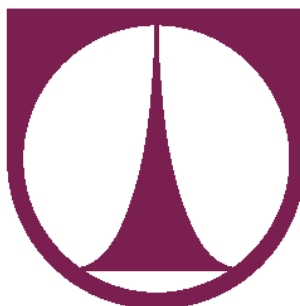


**Technická univerzita v Liberci**

**Fakulta strojní**



Katedra textilních a jednoúčelových strojů

Obor: 2302R022

Konstrukce strojů a zařízení

# **Konstrukce zařízení pro stříhání a rylování izolací**

Design of equipment for cutting and creasing insulations

KTS-B050

**Pavel Rozporka**

**2012**

Počet stran: 50

Počet obrázků: 31

Počet tabulek: 2

Počet grafů: 1

Počet příloh: 10



**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**Fakulta strojní**

Katedra textilních a jednoúčelových strojů

Studijní rok: 2011/12

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Jméno a příjmení **Pavel Rozporka**  
Studijní program **B 2341 Strojírenství**  
Obor **2302 R022 Stroje a zařízení**  
Zaměření **Stavba strojů**

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

### **Konstrukce zařízení pro stříhání a rylování izolací elektrických motorků**

Zásady pro vypracování:  
(uveďte hlavní cíle bakalářské práce doporučené metody pro vypracování)

1. Proved'te rešerši současného stavu a možných mechanismů pro využití na konstrukci rylovacího zařízení.
2. Proved'te návrhy možných konstrukčních řešení stříhání a rylování s ohledem na způsob podávání ze svitku izolace s taktem max. 6 s a výběr varianty řešení pro realizaci rylovacího zařízení.
3. Zařízení navrhnete pro nastavitelnou šířku pásu izolačních materiálů od 40 do 70 mm a jejich stříhání na délky 80 až 130 mm s dobou preseřžení do 40 s.
4. Proved'te konstrukci vybrané varianty řešení s půdorysnou plochou zařízení max. 500 x 1000 mm.

Forma zpracování bakalářské práce:

- průvodní zpráva: **30 stran formát A4**
- grafické práce: **Zpracování dokumentace strojních částí**


Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu):


- Doc. Ing. Josef Nedbal, CSc.: Jednoúčelové stroje, automaty a výrobní systémy. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 1983, 308s.
- B. Chvála, R. Matička, J. Talácko: Průmyslové roboty a manipulátory. Praha: SNTL, 1990, 275s.
- ŠVEC, V.: *Části a mechanismy strojů. Mechanické převody*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jozef Kaniok, PhD.**

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jaroslav Kopal, CSc.**



  
prof. Ing. Jaroslav Beran, CSc.  
vedoucí katedry

  
doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.  
děkan FS

V Liberci dne 17.10.2011

---

**Prohlášení**

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum:

Podpis:

---

**Declaration**

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a license for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant.

Date:

Signature:

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jozefu Kaniokovi, Ph.D. za jeho cenné rady a neskonalou trpělivost. Dále mé dík patří rodině za podporu při studiích.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukcí jednoúčelového zařízení pro rylování a stříhání izolací statorového vinutí elektrických motorků.. Práce vznikla za účelem optimalizace procesu výroby izolace. V začátku práce je zpracována rešerše pro různé technologie rylování a mechanismy pro vytvoření síly mezi hnací jednotkou a rylovacím hrotem. Dále byly navrženy tři koncepce zařízení, kde byla jedna vybrána a dále konstrukčně zpracována.

## **Klíčová slova:**

Jednoúčelový stroj, rylování, stříhání, pneumatický pohon, vedení, servopohon

## **Annotation**

This bachelor thesis deals with the design of Single-purpose machine for cutting and creasing insulations stator windings for electric motors. This thesis was created for the purpose optimization the production process. In the beginning of the work there is processed research for various technology of creasing and mechanisms for the creation of power between the drive unit and creasing tip. In the further step thesis there are designed three concepts, where one design is selected and processed.

## **Key words**

Single-purpose machine, creasing, shearing, pneumatic drives, guide, servo drive

---

## Obsah

<b>Úvod .....</b>	<b>11</b>
<b>1. Technologie rylování.....</b>	<b>12</b>
<b>2. Rozdělení způsobů rylování .....</b>	<b>14</b>
2.1 Podle technologie výroby.....	14
2.2 Podle pohonu rylovacího hrotu .....	15
<b>3. Možné mechanismy pro tvorbu ryly .....</b>	<b>17</b>
<b>4. Možné konstrukce rylovacího stroje .....</b>	<b>20</b>
4.1 Kontinuální rylování s pneumatickým nebo hydraulickým pohonem .....	20
4.2 Kontinuální rylování s použitím elektrických motorů .....	21
4.3 Přímé rylování s pneumatickým, hydraulickým nebo pneumohydraulickým pohonem.....	21
4.4 Přímé rylování s použitím elektrického pohonu .....	22
<b>5. Cíle bakalářské práce .....</b>	<b>23</b>
<b>6. Výběr způsobu rylování. ....</b>	<b>25</b>
<b>7. Koncepte.....</b>	<b>26</b>
7.1 První návrh koncepte .....	26
7.2 Druhý návrh koncepte .....	27
7.3 Třetí návrh koncepte.....	27
<b>8.Konstrukce .....</b>	<b>28</b>
8.1 Trn.....	29
8.2 Válec s vedením .....	31
8.3 Rylovací část .....	32
8.4 Pásový dopravník.....	34
8.4.1 Pohonná část.....	35
8.4.1.1 Návrh pásového dopravníku .....	36



---

8.4.1.2 Návrh řízeného pohonu.....	36
8.4.1.3 Návrh řemenového převodu.....	37
8.4.2 Přítlačná část.....	38
8.5 Stříhací mechanismus.....	40
8.6 Konstrukce zásobníku .....	43
8.7 Konstrukce rámu .....	44
8.8 Konečná podoba zařízení .....	45
<b>9. Závěr .....</b>	<b>46</b>
<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>47</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>47</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>48</b>

## Seznam použitých značek a symbolů

Označení	Název	Jednotky
F	Síla	[N]
$\sigma$	Normálové napětí	[MPa]
S	Plocha na kterou působí F	[mm <sup>2</sup> ]
F <sub>p</sub>	Rylovací síla přímé metody	[N]
F <sub>k</sub>	Rylovací síla kontinuální metody	[N]
S <sub>p</sub>	Plocha, na kterou působí F <sub>p</sub>	[mm <sup>2</sup> ]
S <sub>k</sub>	Plocha na kterou působí F <sub>k</sub>	[mm <sup>2</sup> ]
F <sub>r</sub>	Rylovací síla	[N]
F <sub>v</sub>	Vstupní síla	[N]
R <sub>a</sub>	Reakce v bodu A	[N]
R <sub>b</sub>	Reakce v bodu B	[N]
$\alpha$	Úhel natočení táhla	[°]
l	Délka táhla	[mm]
k	Tuhost pružiny	[N/mm]
y	Deformace pružiny	[mm]
i	Převodový poměr	[-]
I	Moment setrvačnosti	[kg.mm <sup>2</sup> ]
I <sub>c</sub>	Celkový moment setrvačnosti	[kg.mm <sup>2</sup> ]
D	Hlavový průměr	[mm]
c	Osová vzdálenost	[mm]
L	Délka řemene	[mm]
a	Vzdálenost kraje izolantu od kraje střižnice	[mm]
b	Vzdálenost boku dotyku od kraj střižnice	[mm]
c	Vzdálenost bodu dotyku po špičku střižice	[mm]

---

d	Šířka střížnice	[mm]
e	Velikost mezery mezi izolantem a střížnicí	[mm]
f	Teoretický zdvih	[mm]
g	Skutečný zdvih	[mm]
$\beta$	Úhel sklonu střížnice	[°]

## Úvod

Při produkci sériově vyráběných strojů a zařízení se stále ve větší míře uplatňují jednoúčelové stroje. Tyto stroje jsou určeny zejména pro montáž případně pro výrobu některých komponentů. Jednoúčelové stroje jsou konstruovány kvůli zrychlení a zefektivnění především v sériové výrobě, kde je možné vývoj a samotnou výrobu jednoúčelového stroje zaplatit.

Zakázku na výrobu jednoúčelového zařízení pro rylování a stříhání izolací statorového vinutí elektrických motorků získala katedra textilních a jednoúčelových strojů.

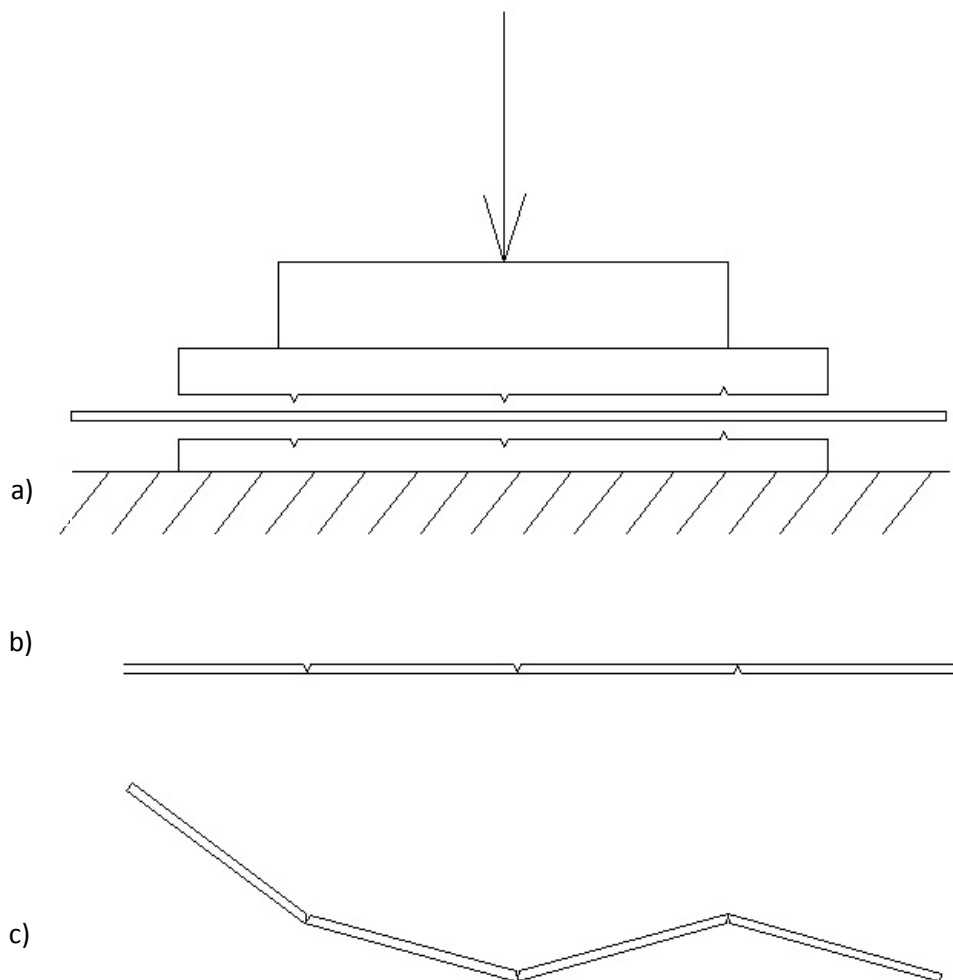
Bakalářská práce se zabývá strojní částí konstrukce jednoúčelového zařízení pro rylování a stříhání izolačních materiálů do statorů elektrických motorků pro 10 různých velikostí (šířky, délky a tloušťky) izolačních materiálů s požadavkem na možnost přeprogramování zařízení i pro jiné rozměry izolačního materiálu.

Zařízení bude vybaveno řídicím systémem pro naprogramování požadovaných velikostí a druhů izolačních materiálů. Takt zařízení má být do 6s, zařízení má být vybaveno programováním počtu vyrobených kusů a zásobníkem vyrobených kusů.

Vstupním polotovarem je izolační materiál ve formě svitku. Zabraná plocha nesmí přesáhnout 1000x500mm a doba přeseřízení na jiný typ izolace má být do 40s. Zařízení má pracovat plně automaticky.

## 1. Technologie rylování

Rylování je technologie, při které dochází ke vnikání rylovacího hrotu do materiálu (Obr. 1a) a následné vytvoření rýhy (Obr. 1b). Rýha se vytváří za účelem jednoduššího ohybu, zlepšení přesnosti a jakosti ohybu v místě vytvoření rýhy (Obr. 1c).



Obr. 1 Způsob výroby ryly

Tato technologie se používá především v polygrafii a obalové technice. V polygrafii pomáhá při skládání a ohýbání reklamních letáků a brožur, kde se hledí na vysokou vizuální kvalitu ohybu. Rylování je většinou obsaženo ve skládacích strojích, kdy je leták nejdříve narylován a poté složen do požadovaného tvaru. V obalové technice je technologie rylování většinou spojena s technologií řezání v jeden ucelený stroj tzv. řezací plotter (Obr. 2a). V první fázi se materiál (karton) ryluje pomocí rylovacího kotouče a ve druhé fázi se do materiálu vyřeže obrys krabice (Obr. 2b) pomocí oscilačního nože.



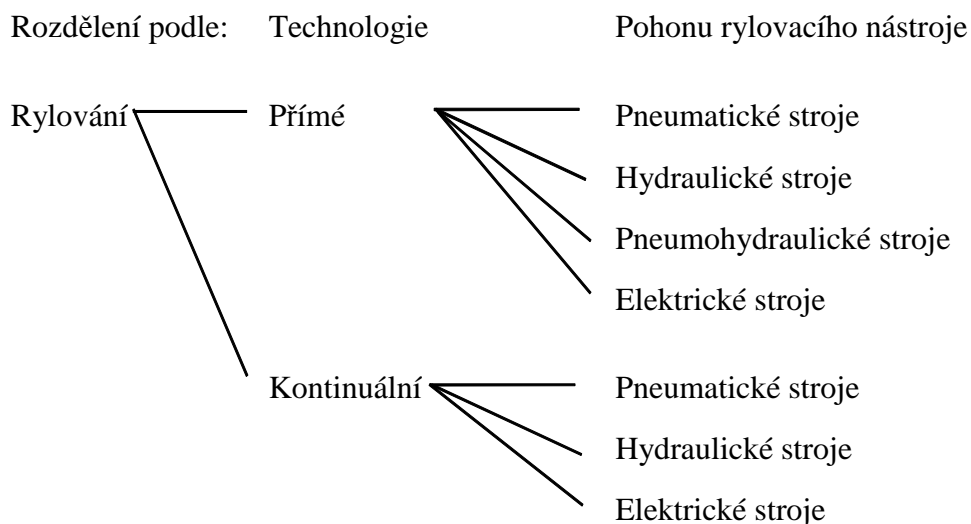
a)

b)

Obr. 2 a) řezací plotter, b) výřez krabice

## 2. Rozdělení způsobů rylování

Způsobů jak vytvořit požadovanou rylu je několik. Tyto způsoby můžeme rozdělit do několika skupin a podskupin. Jako první proto bude rozdělení například podle technologie výroby nebo podle pohonu rylovacího nástroje.



Obr. 3 Rozdělení rylování

### 2.1 Podle technologie výroby

Jako první rozdělení bude podle doby, která je potřebná pro tvorbu této ryly. Můžeme proto rozdělit technologie výroby na dva okruhy a to na:

- Přímý
- Kontinuální

Při přímé technologii výroby dochází k okamžité výrobě ryly v materiálu. Ryla je vytvořena pomocí rylovacího hrotu, který má délku větší nebo rovnou šířce izolace. Síla potřebná k vytvoření ryly je přímo úměrná ploše, na které se ryla vytvoří, a na napětí, které je nutno překročit pro vytvoření plastické deformace a vytvoření ryly.

Při technologii kontinuálního způsobu rylování má rylovací nástroj tvar kotouče. Takto vyrobený nástroj postupně odvalujeme po rylované izolaci. Je nutné však zajistit dostatečný přítlak rylovacího kotouče. Tento přítlak by měl být ale také

konstantní. Potřebná síla  $F$  při tomto způsobu rylování se zjistí stejně jako u rylování přímým způsobem ze vzorce

$$F = \sigma_E \cdot S, \quad (1)$$

kde  $\sigma_E$  [MPa] je mez elasticity materiálu a  $S$  [mm<sup>2</sup>] je okamžitá rylovaná plocha.

Při kontinuálním způsobu působí rylovací kotouč na malou část plochy na rozdíl od přímého způsobu, kde se rýha vytvoří po celé šířce izolačního polotovaru. Pokud platí rovnost napětí, které je nutné překonat pro přetvoření, potom platí:

$$\sigma_E = F_p / S_p = F_k / S_k, \quad (2)$$

po úpravě:

$$F_k = F_p (S_k / S_p), \quad (3)$$

kde  $F_p$  [N] je rylovací síla přímé metody,  $F_k$  [N] je kontinuální metody,  $S_p$  [mm<sup>2</sup>] je okamžitá rylovací plocha přímé metody,  $S_k$  [mm<sup>2</sup>] je plocha kontinuální metody.

Z tohoto vzorce (3) vychází, že síla potřebná k přitlaku rylovacího nástroje, je tolikrát menší, kolikrát menší je okamžitá plocha rylování. Nižší síla je ale vykoupena složitostí vyvinutí přitlaku kotouče, který se musí pohybovat po celé šířce polotovaru, a následné regulace přitlaku.

## 2.2 Podle pohonu rylovacího hrotu

Při dalším rozdělení technologie rylování můžeme poukázat na to, jaký pohon vykonává hlavní pohyb rylovacího hrotu. Mezi tyto pohony patří:

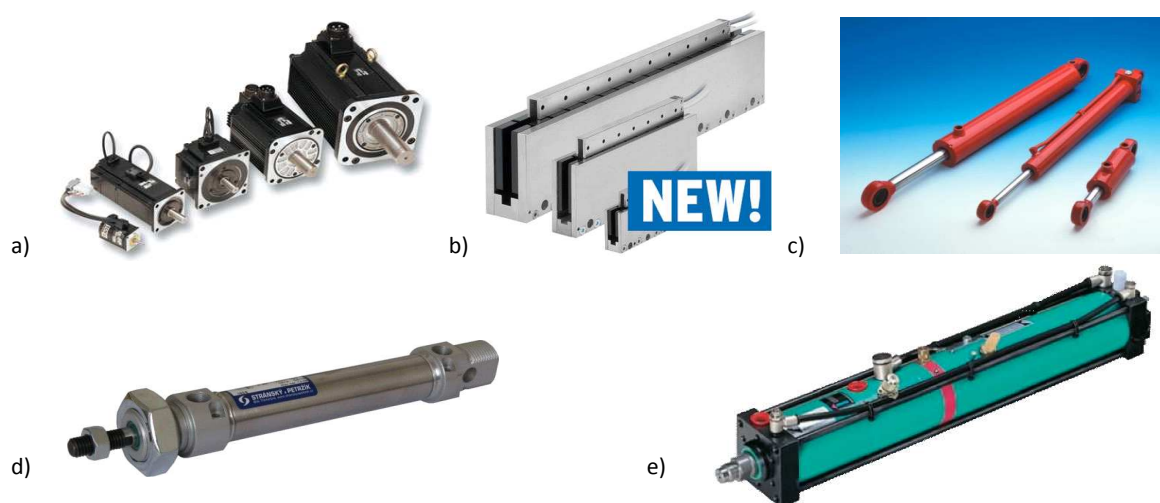
- Elektrické stroje
- Pneumatické stroje
- Hydraulické stroje
- Pneumohydraulické stroje



Elektrické stroje zastupují elektromotory, které mohou vykonávat rotační (Obr. 4a) nebo posuvný pohyb (Obr. 4b). Rotační pohyb elektromotoru, který je nevhodný pro potřeby výroby ryly, musí být dále transformován přes určité mechanismy na vhodnější pohyb. Elektromotor vykonávající posuvný pohyb se nazývá lineární elektromotor. Elektromotory nejsou zabezpečeny proti případnému přetížení. Je tedy nutné zabezpečit elektromotor tak, aby při přetížení nedošlo k jeho zničení ať hlídáním teploty motoru, nastavením pevných dorazů nebo dostatečné dimenzování elektromotoru.

Pneumatické stroje (Obr. 4d) spolu s hydraulickými stroji (Obr. 4c) využívají k práci tlakové medium, které zastupuje technicky upravený vzduch respektive tlakový olej. Tlak vzduchu v pneumatice dosahuje hodnot asi 6 barů. U tlakového oleje může tlak vystoupat až ke 200 barům. Síla, kterou vyvine tlak plynu nebo tlakového oleje, je přímo úměrná tlaku media a ploše pístu na který působí tlak. Vzduchová technika je oproti elektromotorům svým principem zabezpečena proti přetížení. Hydraulické zařízení mají proti přetížení pojistné ventily.

Pneumohydraulické stroje (Obr. 4e) využívají přednosti pneumatických i hydraulických pohonů. Pracovní proces je rozdělen do tří cyklů. Prvním cyklem je pneumatický rychlozdvih, kterým dosedne pracovní píst na tvářený předmět. V dalším kroku se sepne pneumohydraulický silový zdvih a dochází ke tváření materiálu. V posledním kroku je aktivován pneumatický zpětný zdvih a píst přejíždí do počáteční polohy. Tento pohon se používá při spojování dvou plechů bez použití třetího členu metodou TOX.

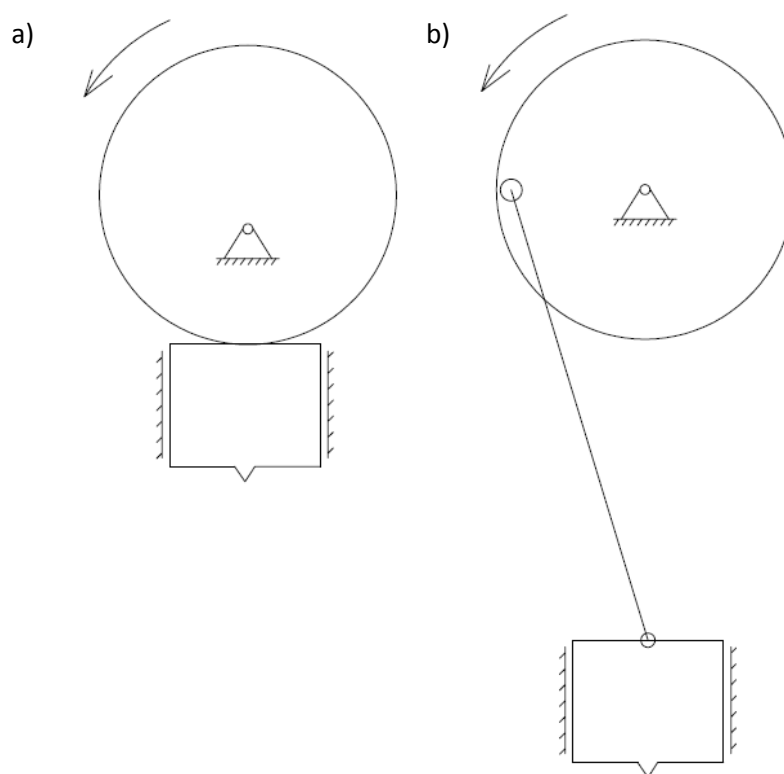


Obr. 4 Možné pohony rylovacího hrotu

### 3. Možné mechanismy pro tvorbu ryly

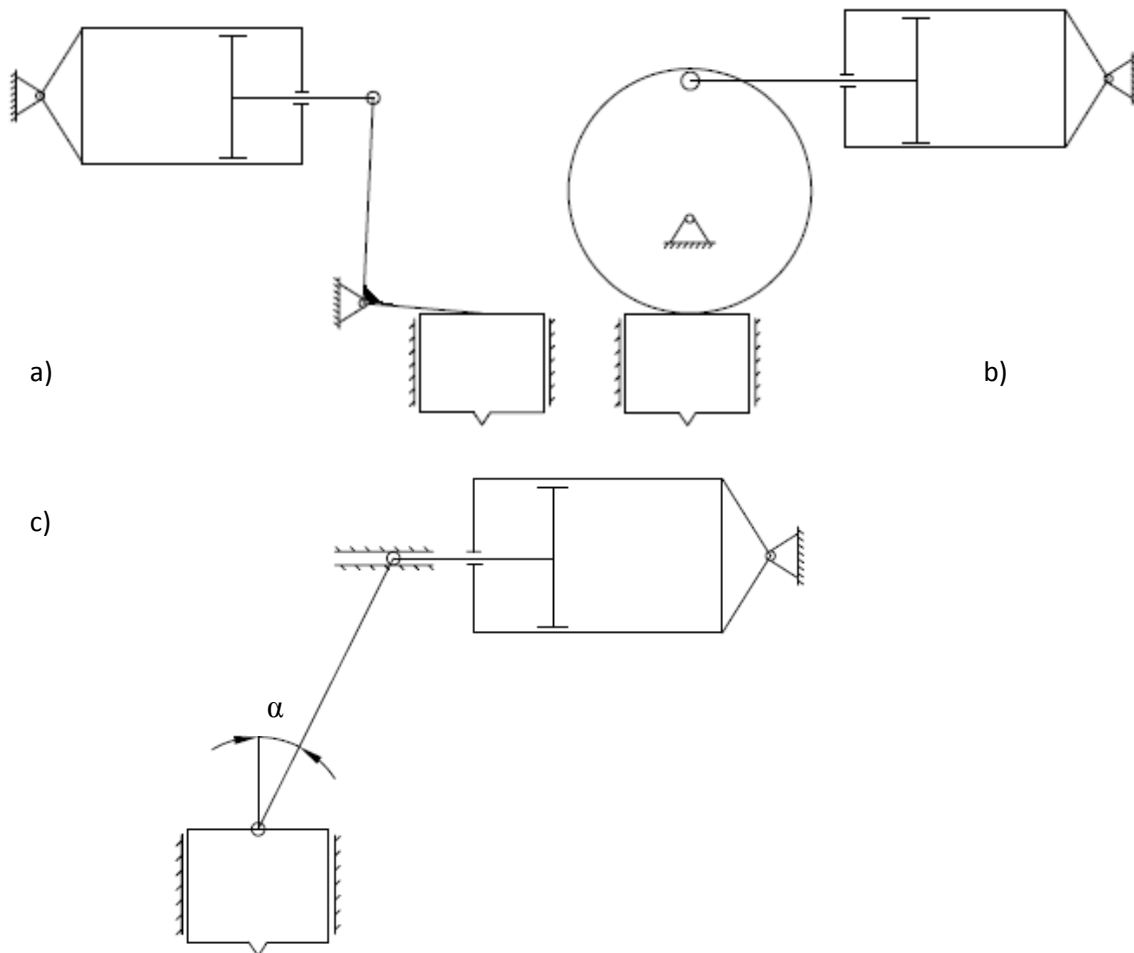
Mechanismy, které jsou vhodné pro využití k transformaci energie, využívají zejména momentovou rovnováhu a zákon o zachování mechanické energie. Mechanismy můžeme rozdělit do dvou kategorií a to na transformaci rotačního pohybu na pohyb přímočarý nebo na zvýšení výsledné pracovní síly. Pro transformaci ať už druhu pohybu nebo výsledné síly je použito excentrických, pákových nebo klikových mechanismů.

Na Obr. 5 je pro transformaci pohybu využito excentrického mechanismu (Obr. 5a) a klikového mechanismu (Obr. 5b). Při použití excentrického mechanismu pohání rotační motor excentr, který přesně danou zdvihovou závislostí působí na rylovací hrot uložený ve vedení. U klikového mechanismu je pohyb rylovacího hrotu dán velikostí ojnice a natočením kliky. Tyto mechanismy jsou vhodné pro výrobu ryly s použitím rotačních elektromotorů.



Obr. 5 Mechanismy pro rylování

Druhá skupina obsahuje mechanismy, které zvyšují výslednou sílu nebo směr jejího působení. Tyto mechanismy používají jako v předchozím případě excentrický mechanismus (Obr. 6b) nebo pákový mechanismus (Obr. 6a). Pro účely rylování je zajímavý mechanismus s táhlem (Obr. 6c).



Obr. 6 Mechanismy pro rylování

### Závislost výstupní síly na úhlu natočení táhla $\alpha$ mechanismu s táhlem

Rovnice rovnováhy a momentová rovnice dle Obr. 7:

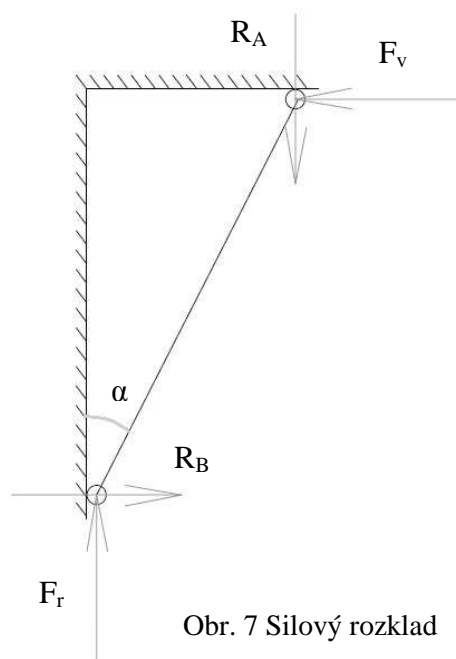
$$x: F_r = R_a \quad (4)$$

$$y: F_v = R_b \quad (5)$$

$$A: F_r \cdot l \cdot \sin \alpha - R_b \cdot l \cdot \cos \alpha = 0 \quad (6)$$

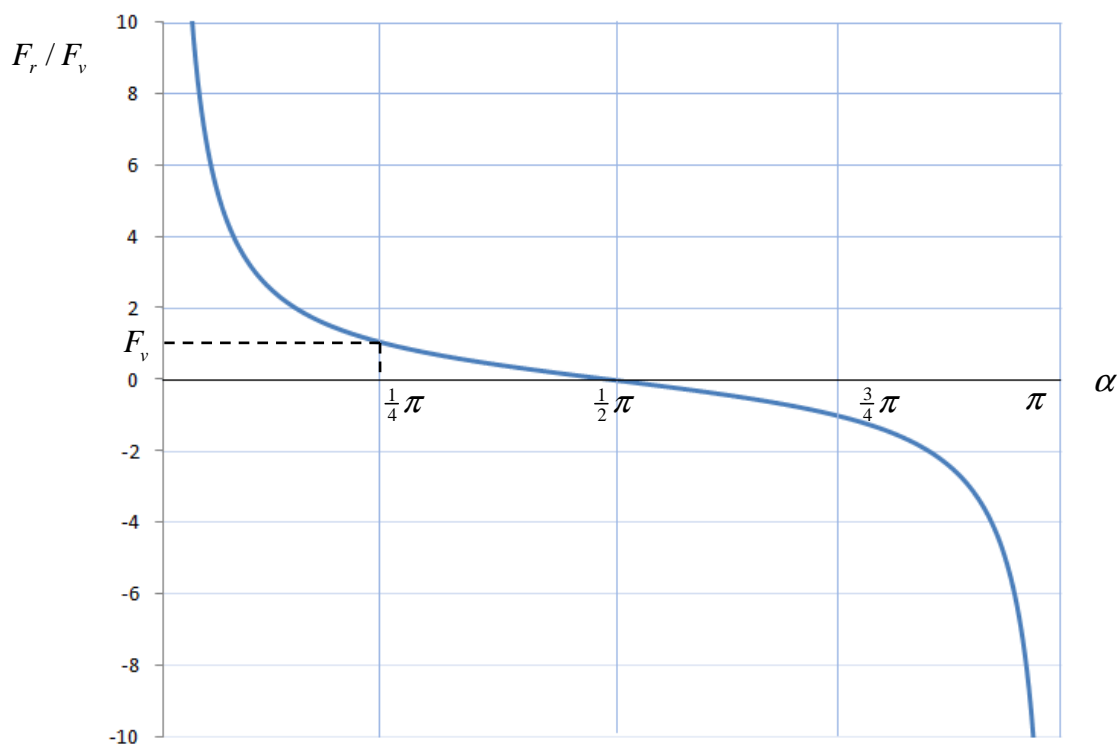
$$F_r = F_v \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \quad (7)$$

$$F_r(\alpha) = F_v \cdot \cotan \alpha \quad (8)$$



Obr. 7 Silový rozklad

Výsledkem je rylovací síla  $F_r$  [N] závislá na vstupní síle  $F_v$  [N] a úhlu  $\alpha$  [°], který svírá táhlo se svislicí. Z grafu 1 je možné vyčíst, že při úhlu natočení táhla  $\alpha = 45^\circ$  je síla na výstupu (rylovací) rovná vstupní hodnotě síly a při  $\alpha < 45^\circ$  rylovací síla roste. Pokud se úhel natočení  $\alpha \sim 0^\circ$  tak se výstupní síla blíží k nekonečnu. Toto je výhodné pro rylování, protože v poslední fázi potřebujeme velkou sílu pro vylišování ryly.



Graf 1 Vyjádření poměru rylovací a vstupní síly na úhlu natočení táhla

## 4. Možné konstrukce rylovacího stroje

Konstrukcí jednoúčelového rylovacího stroje je nepřeberné množství. V minulé kapitole byly tyto způsoby rozděleny do několika skupin a podskupin. S využitím rozdělení podle Obr. 3 budou uvedené způsoby dále řešeny.

### 4.1 Kontinuální rylování s pneumatickým nebo hydraulickým pohonem

Jako první možnost pro návrh rylovacího stroje je využít předpoklad, že se ryla vytvoří kontinuálním způsobem. K pohonu rylovacího kotouče bude použit pneumatický nebo hydraulický pohon. Tento návrh využívá přímého náhonu z válce do místa tváření izolace. K vytvoření ryly je ale nutný přítlak, který působí na rylovací kotouč. Tento přítlak může být vyvinut pomocí dalšího válce nebo pomocí pružiny. Je možné opustit přítlak od síly a nastavit pouze hloubku, do které se má vryp vytvořit. Válec pohánějící kotouč musí být dále uchycen kyvně v kloubu, aby bylo možné se přizpůsobit hloubce rýhy a nezachycoval sílu od přítlaku.

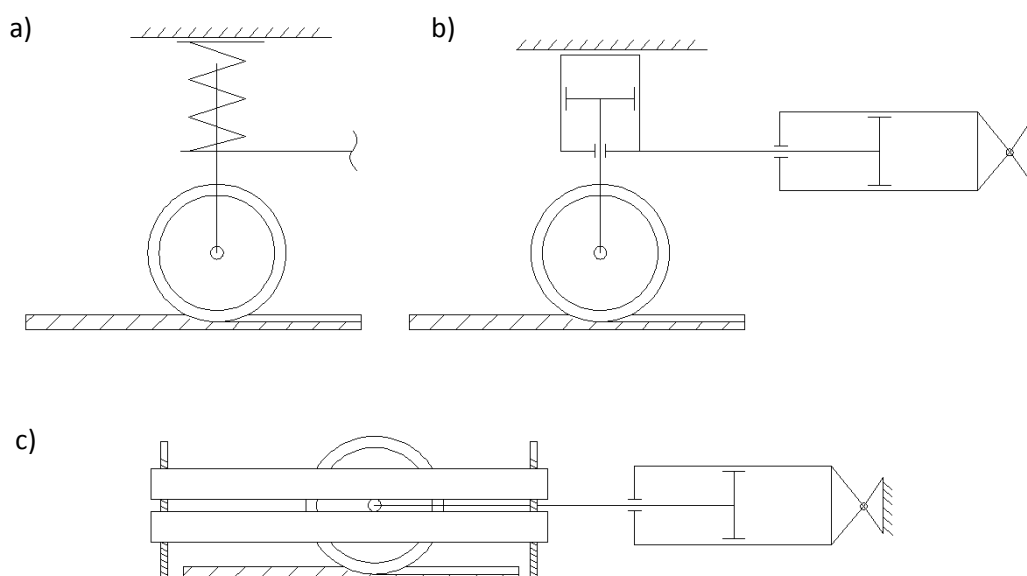
Při prvním způsobu použijeme pro přítlak kotouče pneumatický válec (Obr. 8b). Tento způsob přináší jednoduchou regulaci síly, aby nedošlo k přeražení izolace nebo k výrobě nedostatečné rýhy v izolaci. Tato síla je přímo úměrná tlaku media, který je ovládán pomocí redukčního ventilu.

Druhá možnost bude obsahovat místo pneumatického válce tlačnou pružinu (Obr. 8a). Síla  $F$ , kterou působí pružina na kotouč, je dána vztahem

$$F = k \cdot y, \quad (9)$$

Z toho vyplývá, že regulace bude probíhat nastavením deformace pružiny  $y$  [mm]. Tuhost  $k$  [N/mm] je dána typem a materiálem pružiny.

Další způsob využívá nastavení hloubky rýhy. Rylovací kotouč může být veden ve vodících tyčích, kterými je možné nastavit přesnou hloubku rýhy. S tímto způsobem odpadá přesné nastavení síly přítlaku ale je nutná případná kalibrace síly kvůli opotřebení rylovacímu hrotu. Na rozdíl od předešlých způsobů má výhodu v hmotnosti, které je nutné rozpořehovat, protože zrychlení je nepřímé úměrné hmotnosti.



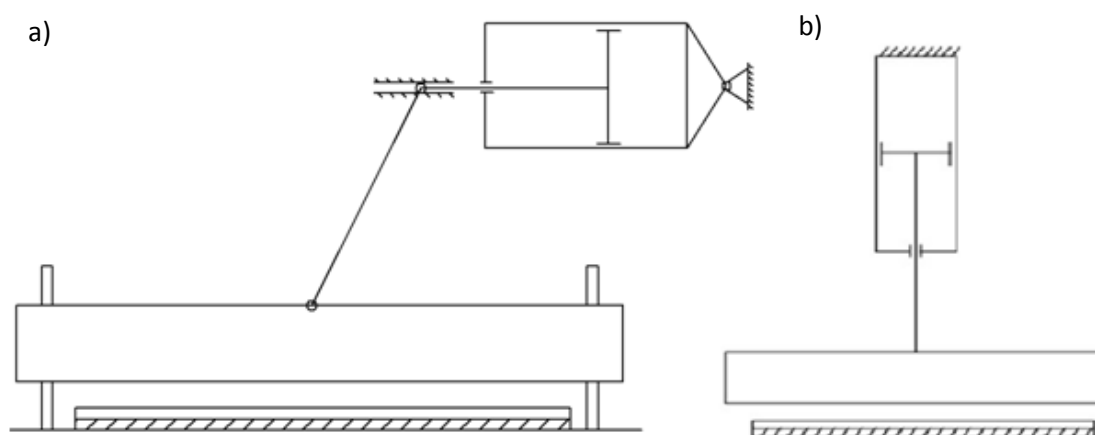
Obr. 8 Kontinuální metoda výroby

## 4.2 Kontinuální rylování s použitím elektrických motorů

Další možnost konstrukce s využitím Obr. 3 je použití kontinuálního způsobu rylování a elektrického pohonu. Tento způsob je obdobný jako při kontinuálním způsobu rylování s pneumatickým válcem. Pouze je pneumatický válec vyměněn za elektrický motor lineární nebo rotační s valivou vazbou mezi motorem a ozubeným hřebenem.

## 4.3 Přímé rylování s pneumatickým, hydraulickým nebo pneumohydraulickým pohonem

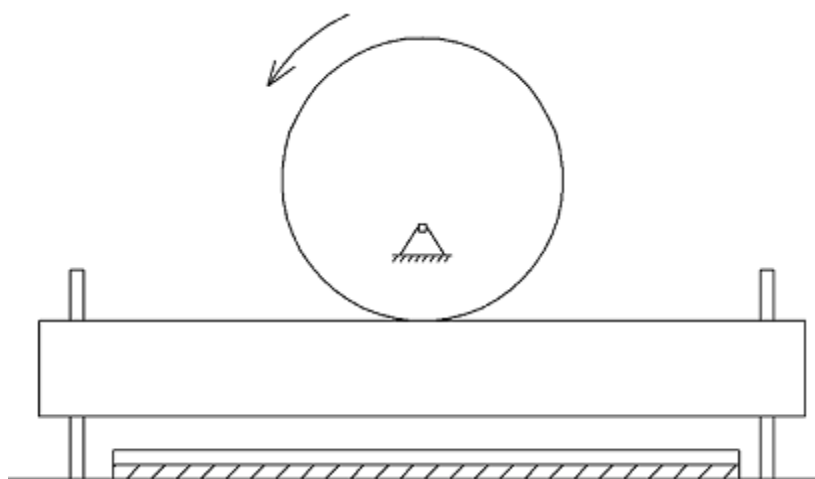
Tato možnost návrhu používá pneumatické, hydraulické nebo pneumohydraulické válce pro hlavní pohyb rylovacího hrotu. Rylovací hrot najede na tvářený materiál a dále působí silou danou parametry válce a tlakového media. Při využití pneumatických nebo hydraulických válců má výsledná působící síla ještě rázovou složku. Pokud by bylo použito těchto válců, bylo by možné využít mechanismus s táhlem (Obr. 9a) pro zvýšení rylovací síly. Způsob, který využívá pouze pneumohydraulický válec, je vhodný pouze pro rylování bez použití přídatného mechanismu mezi válcem a rylovacím hrotem (Obr. 9b)



Obr. 9 Přímá metoda rylování s tlakovými stroji

#### 4.4 Přímé rylování s použitím elektrického pohonu

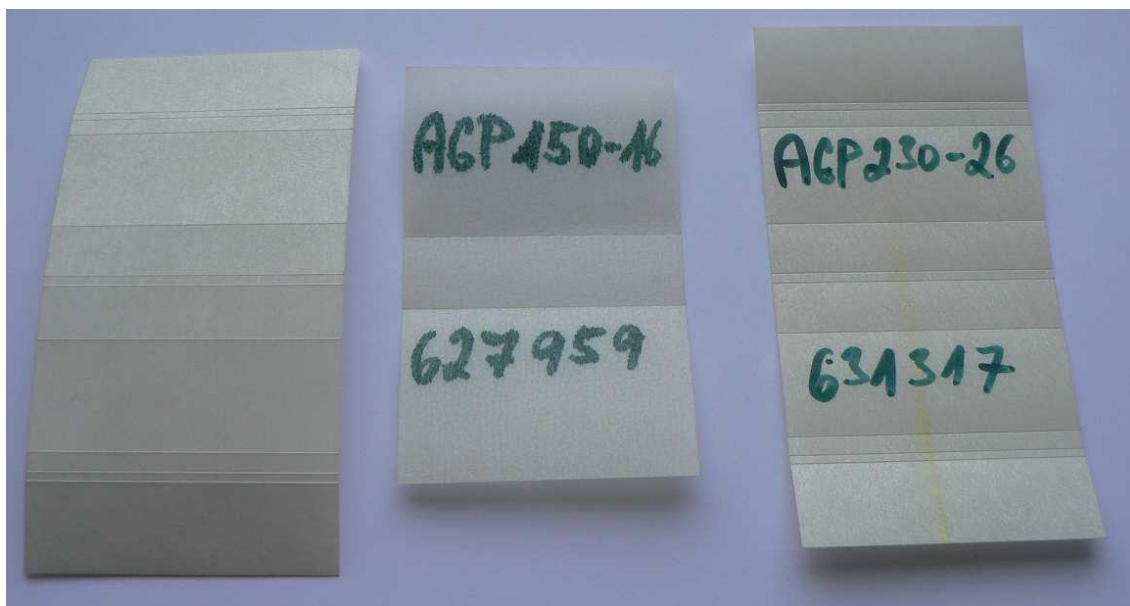
Pro přímé rylování s použitím elektrického pohonu je nutné použít řízený pohon pro přesné nastavení koncové polohy a dostatečně předimenzovaný pro snadnější vnikání rylovacího hrotu do materiálu. Při použití elektrického pohonu je nejvhodnější použít rotační motor a mezi motorem a rylovacím hrotem umístit excentrický mechanismu (Obr. 10). Jeden pracovní cyklus rylování je jedna otáčka excentru. Rylovací hrot musí být ve vedení.



Obr. 10 Přímá metoda rylování s elektromotorem

## 5. Cíle bakalářské práce

Cílem bakalářské práce je navrhnout automatické rylovací zařízení pro výrobu izolaci statorového vinutí v elektromotorcích ručního elektronářadí (viz vzorky na obr. 11). Rylování těchto izolací povede k jejich lepšímu ohýbání a samotné montáži. Rylování je v současnosti prováděno pomocí lisu výměnnými lisovacími přípravkami vyrobenými pro každý typ izolace zvlášť.



Obr. 11 Vzorky narylovaných materiálů

V zadání na rylovací zařízení je několik požadavků, které musí příslušné zařízení splnit. Jedním z hlavních požadavků je, aby stroj pracoval automatizovaně. To znamená, že se program stará o celý proces výroby izolace, kromě výměny kotouče s materiálem a vybrání zásobníku s hotovými výrobky. Dalším omezením je plocha, kterou konstruované zařízení nesmí překročit. Tato plocha je omezena rozměry 500x1000mm. Jeden z požadavků je i minimální pracovní takt stoje. Je to doba, za kterou se vyrobí izolační materiál od ostřížení předešlého kusu přes rylovací proces až do odstřížení dalšího kusu. Ta by neměla být delší než 6 sekund. Další omezení je z hlediska seřízení zařízení na výrobu dalšího typu izolace. Samotné seřízení obsahuje výměnu svitku izolace, přestavění vedení a zadání programu z paměti systému zařízení a doba by neměla být delší než 40 sekund.



Materiály, ze kterých je izolace vyráběna jsou Nomex, Myoflex PV, Trivolton a Trivotherm. Šířka těchto materiálů se pohybuje od 44 do 66mm a tloušťka od 0,18mm do 0,31mm. Z každého materiálu se vyrábí několik variant těchto izolačních papírků s různou délkou a různým počtem ryl (Tab. 1).

<b>Materiál</b>	<b>Tloušťka</b>	<b>Šířka</b>	<b>Délka</b>	<b>Počet ryl</b>
Nomex	0,18	44	94	0
Myoflex PV	0,25	52,5	98	2
Nomex	0,18	46	94	0
Nomex	0,18	56	94	0
Trivolton	0,22	63,5	121	9
Trivolton	0,22	53,5	121	9
Myoflex PV	0,25	62,5	98	2
Trivoltherm	0,31	61	125	10
Trivoltherm	0,31	66	125	10
Myoflex PV	0,25	49,5	98	2

Tab. 1 Seznam materiálů

## 6. Výběr způsobu rylování.

Rylování s použitím přídavného mechanismu (bod 4 bakalářské práce) mezi pohonem a rylovacím hrotem přináší úsporu v nákladech na pracovní pohon, kterým je vytvářena ryla. Velikost síly se pomocí mechanismu zvětšuje a proto je potřeba menší pohon. Přináší však další náklady na výrobu a sestavení mechanismu, který odebírá další prostor zařízení. Přímá metoda přináší jednoduchou konstrukci rylovací části zařízení a možnost snadné opravy v případě poruchy.

Elektrická energie pro technologii rylování není příliš vhodná. Elektromotory bez přídavných mechanismů jsou přizpůsobeny na pohyb a nejsou schopny působit silou na nepohybující desku. Na rozdíl od pneumatických nebo hydraulických prvků nejsou schopny odolat přetížení. Nelze totiž nastavit přesnou mez, kdy má elektromotor zastavit. Tloušťka materiálu se pohybuje od 0,18 mm do 0,31 mm. V tomto rozmezí je velice složité až nemožné nastavit koncovou polohu, ve které by měl rylovací hrot poháněný rotačním motorem zastavit. Pneumatický, hydraulický nebo pneumohydraulický válec koncovou polohu nepotřebuje. Hrot narazí na rylovaný materiál a dál působí silou danou tlakem a průřezem pístu. Materiál je papírového charakteru, a proto nejsou potřeba velké síly jako v případě ocelového plechu, kde by bylo použito hydraulického respektive pneumohydraulického válce.

Takt stroje, dle zadavatele práce, musí být maximálně 6 sekund. Za tuto dobu musí dojít k vytvoření požadovaného počtu ryl a následné odstřižení s uložení do zásobníku pro narylované izolanty. Podle zadání je na jedné izolaci maximální počet ryl 10. Z tohoto důvodu není vhodné použít kontinuální způsob rylování, který je vhodnější pro velké rylované délky.

Pro rylovací zařízení byl vybrán přímý způsob výroby ryl. Pohyb rylovacího nástroje vykonává pneumatický válec bez použití mechanismu mezi pneumatickým válcem a rylovacím nástrojem. S výhodou lze použít pneumatický válec již s integrovaným vedením se dvěma písty (Obr. 12).



Obr. 12 Pneumatický válec s integrovaným vedením

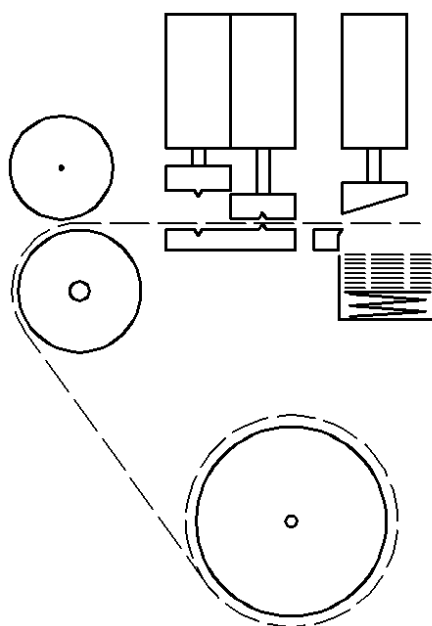
## 7. Koncepce

Samotné zařízení musí obsahovat několik částí. Jedna část bude trn, na kterém bude uložen kotouč s návinem izolantu. Z návinu bude odvíjen materiál pomocí pohonného mechanismu. Dále musí obsahovat rylovací část vyrábějící ryly a stříhací zařízení pro přesné oddělení izolantu od návinu. Hotové výrobky se budou vkládat do zásobníku.

Pro výrobu ryl lze použít dva způsoby výroby. První případ je okamžitá metoda. Při této metodě dochází k nastavení rylovacích hrotů odpovídající počtu ryl do přesné polohy a následné výroby v jednom okamžiku. Druhá možnost je metoda postupová. Při této metodě obsahuje rylovací část pouze dva hroty pro možné oboustranné rylování. Ryly jsou tvořeny postupně po přesném napolohování materiálu pomocí řízeného pohonu. Jelikož je maximální počet ryl 10 a rozteč mezi rylami není dána, bude pro potřeby zařízení vybrán postupný způsob.

### 7.1 První návrh koncepce

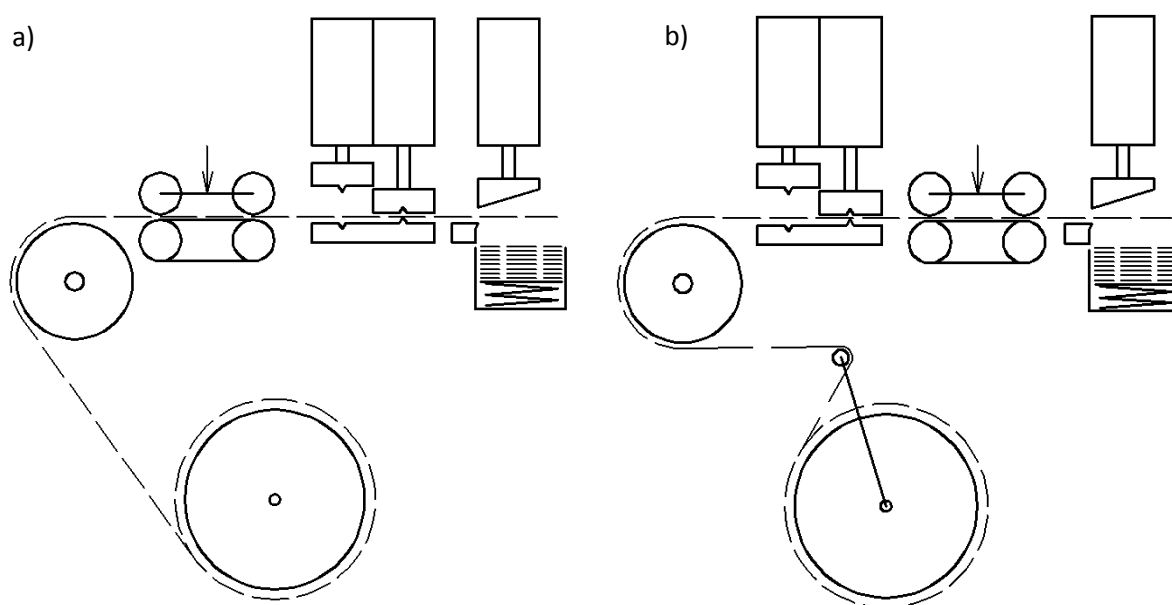
V prvním koncepčním návrhu (Obr. 13) je návin odvíjen přes vodící válec, který pomocí řízeného pohonu přesně podává pás materiálu pod rylovací hroty. Dostatečnou třecí vazbu mezi vodícím válcem a rylovaným materiálem zaručuje přítlačný válec. Dále je materiál pro rylování programově podáván do prostoru rylovací části, kde se vytvářejí ryly. V posledním okamžiku je narylovaná izolace odstřižena a vložena do zásobníku.



Obr. 13 Koncepční návrh

## 7.2 Druhý návrh koncepce

V dalším koncepčním návrhu (Obr. 14a) je opuštěno polohování pomocí vodícího a přítlačného válce a vodící válec zastává pouze úlohu naváděcí kladky. Vlastní polohování provádí pásový dopravník, který je mezi rylovací částí a vodícím válcem. Přítlak zabezpečující třecí vazbu mezi návinem a pásovým dopravníkem vytvářejí dva přítlačné válce. Jeho výhodou oproti předchozímu řešení je ve velikosti dotykové plochy mezi dopravníkem a návinem. Pásový dopravník s přítlakem tlačí pás do rylovací části.



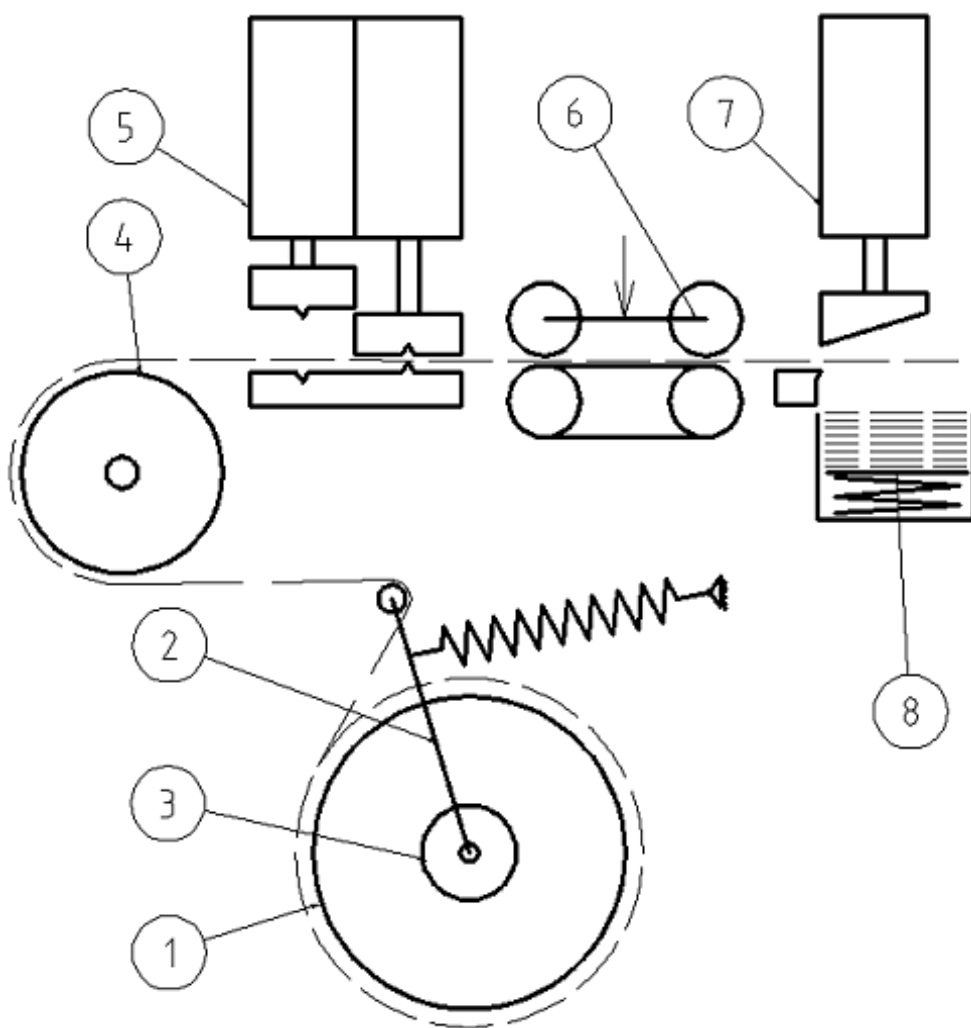
Obr. 14 Koncepční návrhy

## 7.3 Třetí návrh koncepce

Další koncepční návrh (Obr. 14b), který byl vybrán jako nejvhodnější pro rylovací zařízení vychází z předchozího návrhu. Hlavní rozdíl je v prohození pořadí mezi pásovým dopravníkem a rylovací částí. Dále je k trnu připevněn kompenzátor s brzdou, který zaručuje stále napnutý návin mezi trnem a dopravníkem, a kompenzuje trhavý pohyb návinu. Jeho výhodou je, že při samotném rylování je návin napnutý přes rylovanou část a je tak zabezpečena přesnost výroby.

## 8.Konstrukce

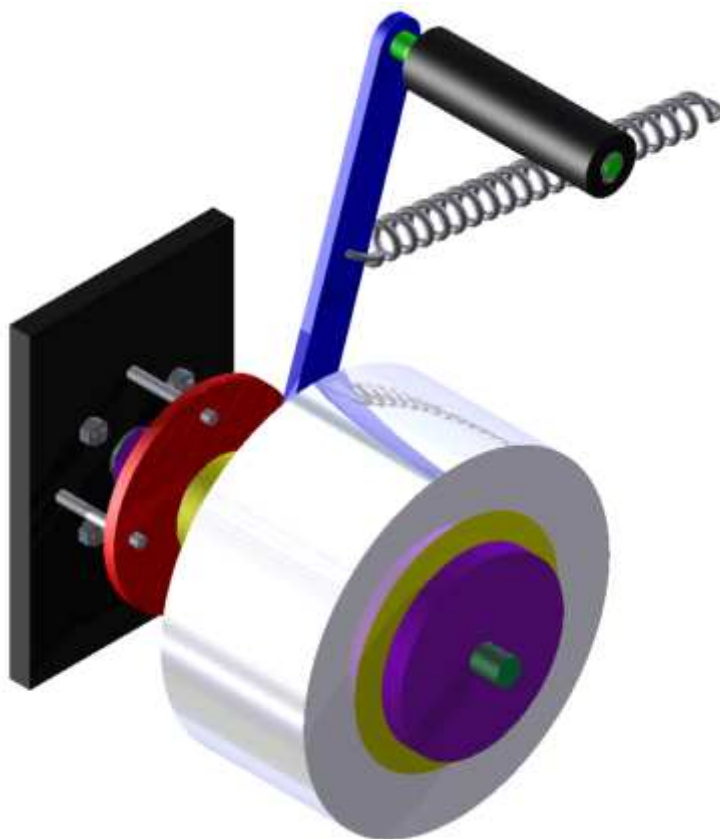
Konstrukce rylovacího zařízení bude stavebnicového charakteru. Zařízení bude sestaveno z několika funkčních uzlů, které budou následně připevněny na rám zařízení. Prvním uzlem bude trn (Obr. 15 – pozice 1), na který bude uložen kotouč s izolací. Tento trn obsahuje napínací kladku (pozice 2) a brzdu (pozice 3) brzdící kotouč s izolací. Dále bude izolant odvíjen přes vodící válec (pozice 4) opatřeným vedením do rylovací části (pozice 5) zařízení vytvářející ryly. Za rylovací částí se bude nacházet pásový dopravník s přitlačným mechanismem (pozice 6) starající se o pohyb a přesné napolohování izolantu. Pásový dopravník bude dále posouvat izolant do stříhacího mechanismu (pozice 7), kde dojde k odstřížení izolantu a následné uložení do zásobníku (pozice 8).



Obr. 15 Schéma konstrukce

## 8.1 Trn

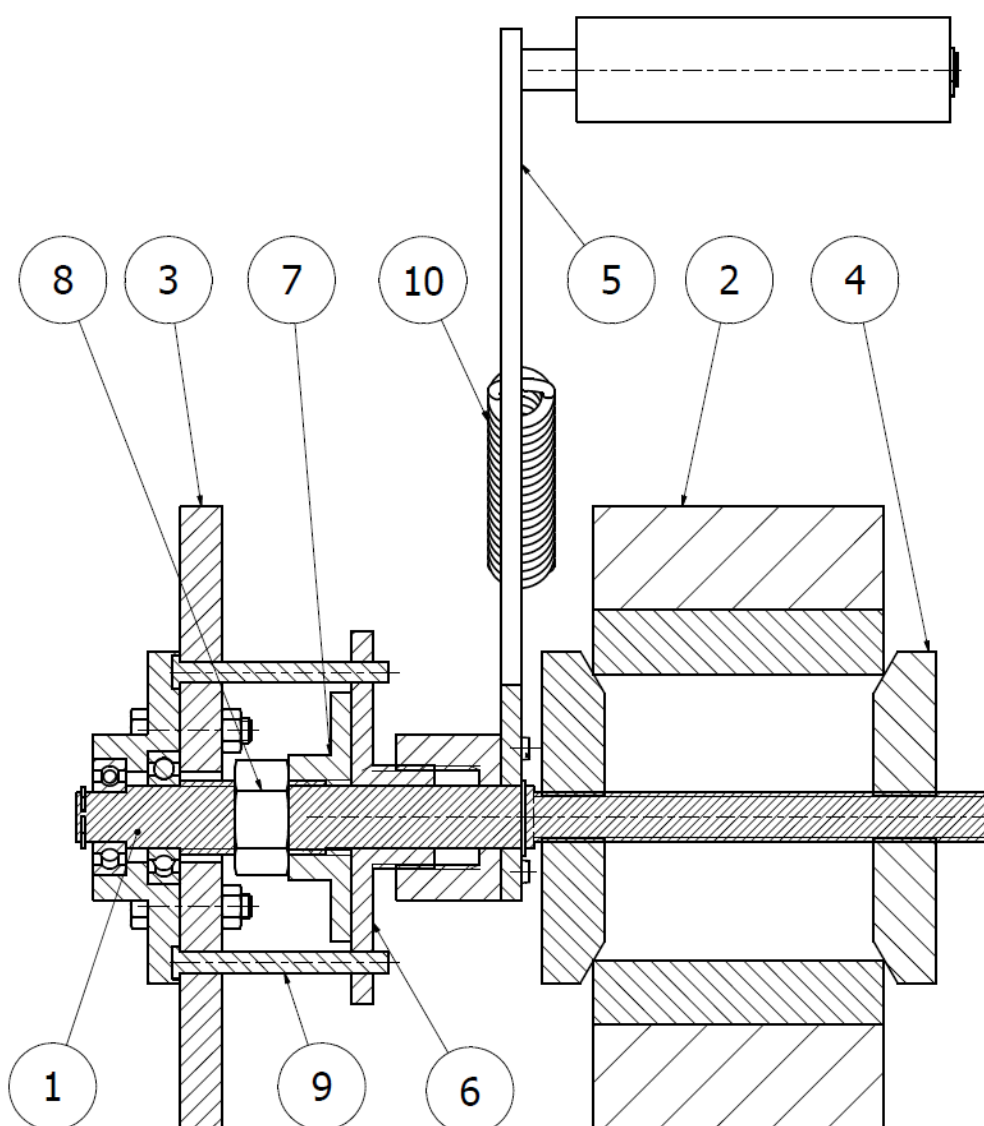
Na konstrukci trnu (Obr. 16) je kladeno několik požadavků. V první řadě je nutné zabezpečit univerzálnost upínání kotouče s návinem izolantu a jeho snadné vycentrování v zařízení. Dále musí udržovat návin mezi kotoučem a rylovacím zařízením stále napnutý.



Obr. 16 Model trnu

Trn (Obr. 17 – pozice 1), na který se pevně upevní kotouč s návinem (pozice 2), je volně otočný kolem své osy a je uložen v ložiscích k rámu (pozice 3). Vnitřní průměry děr kotouče s návinem se pohybují v rozmezí 69-76mm. Proto jsou upínací talíře (pozice 4) opatřeny kuželovým zkosením zaručující vyosení kotouče bez nutnosti použití nových upínacích součástí. Trn je vybaven napínací kladkou (pozice 5), která eliminuje možné rázy. Tato kladka je napínána tažnou pružinou (pozice 10), která je upevněna k rámu stroje. Předepnutí této pružiny je dáno pevným dorazem upevněným k rámu stroje, který omezuje výchylku kladky.

Izolační materiál je nerovnoměrně odvíjen a dochází k trhanému pohybu. To může mít za následek roztočení kotouče s návinem a nekontrolovatelné odvíjení s možnými fatálními následky. Proto je trn vybaven brzdou. Pokud se materiál odvine příliš, napínací kladka se pootočí a šroubová vazba mezi sestavou kladky (pozice 5) a posuvným brzdícím kotoučem (pozice 6) přitlačí posuvný brzdící kotouče k rotačnímu brzdícímu kotouči (pozice 7). Dojde k přibrzdění celého trnu s kotoučem a udržení návinu napnutého. Seřízení brzdy se provádí za pomoci matice (pozice 8). Rotaci posuvného brzdícího kotouče je zabráněno pomocí kolíků (pozice 9)

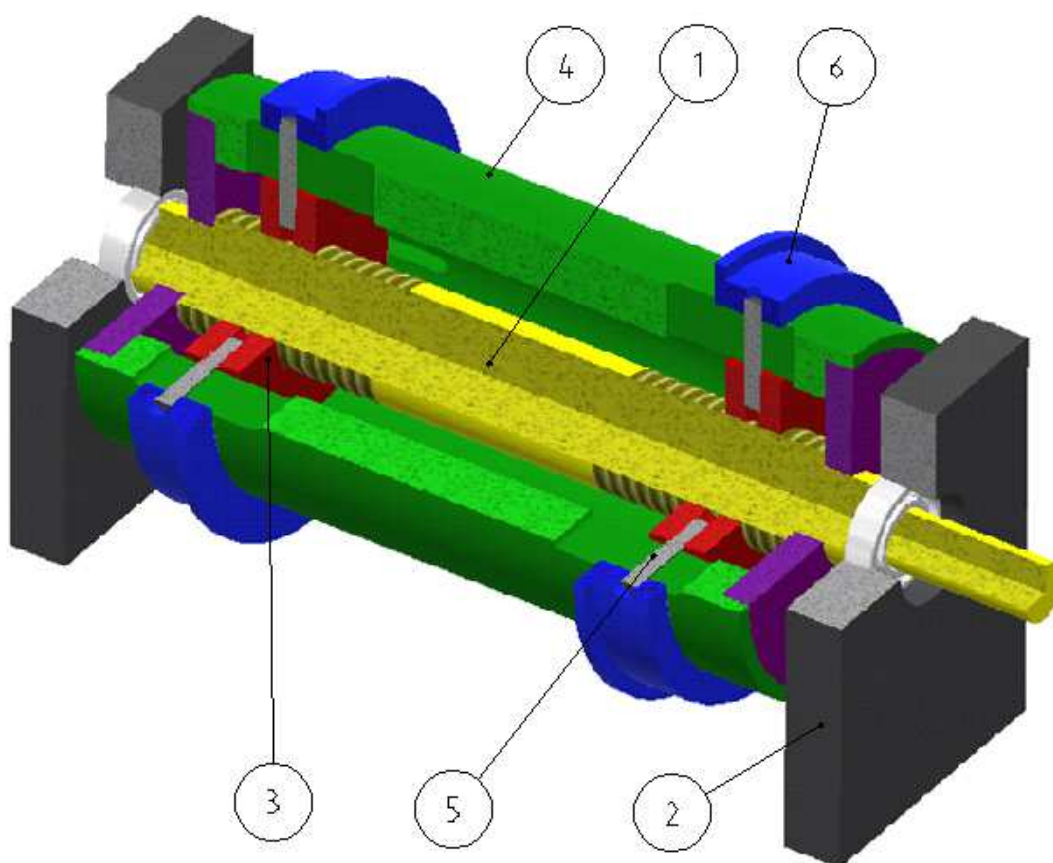


Obr. 17 Řez trnu

## 8.2 Válec s vedením

Válec s vedením musí zabezpečit přesné ustavení materiálu. Dále musí zabezpečit jednoduché nastavení těchto vedení podle šířky vstupujícího materiálu a to s ohledem na jeho vycentrování v zařízení.

Stavěcí hřídel (Obr. 18 – pozice 1) je uložena k rámu (pozice 2) pomocí kuličkových ložisek. Na obou koncích největšího průměru má hřídel závity a to pravotočivý a levotočivý umožňující rovnoměrné nastavení stavěcích talířů (pozice 3) do obou směrů pro zachování vycentrování materiálu v zařízení. Stavěcí talíře jsou spojeny přes válec (pozice 4) pomocí kolíků (pozice 5) k vnějším vodícím talířům (pozice 6). Během provozu se musí točit celý válec včetně stavěcího šroubu, proto je válec uložen kluzně ke stavěcí hřídeli, který má větší tření než uložení hřídele k rámu ve valivých ložiskách. Při přestavění vedení se válec zabrzdí a otáčí se stavěcí hřídelí.



Obr. 18 Model válce s vedením



---

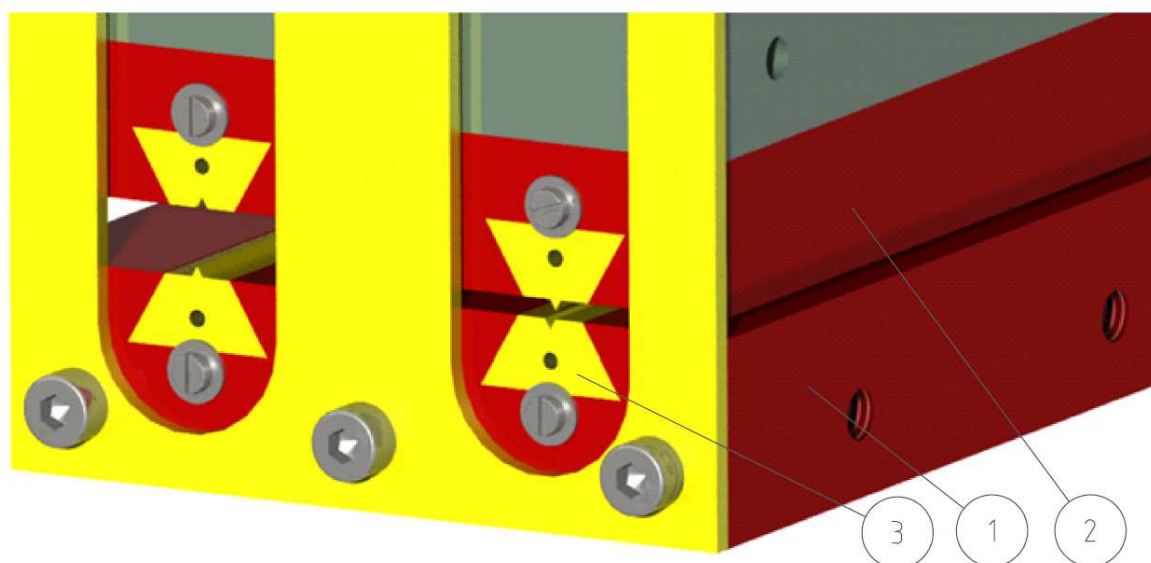
### 8.3 Rylovací část

Rylovací část je tvořena pevnou základní rylovací deskou (Obr. 19 – pozice 1) a dvěma menšími pohyblivými deskami (pozice 2). Rylovací desky mají vyfrézovány rybinové drážky. Toto řešení přináší jednoduchou výměnu opotřebovaných rylovacích nástrojů (pozice 3) za nové nebo při změně tvaru rylovacího hrotu. Tvářecí části jsou zajištěny aretačními šrouby a obsahují závitovou díru pro snadnější demontáž z rybinové drážky. Hlavní tvářecí pohyby zabezpečují pneumatické válce s integrovaným vedením s možností jednoduché regulace síly přes redukční a škrtkové ventily. Pneumatické válce jsme zvolili dvoupístové řady MCDA s průměrem pístu 32mm a zdvihem 30mm od firmy Stránský a Petržík. Na tyto válce jsou pevně přichyceny pohyblivé desky. Pneumatické válce jsou spojeny se základovou deskou dvěma bočnicemi.

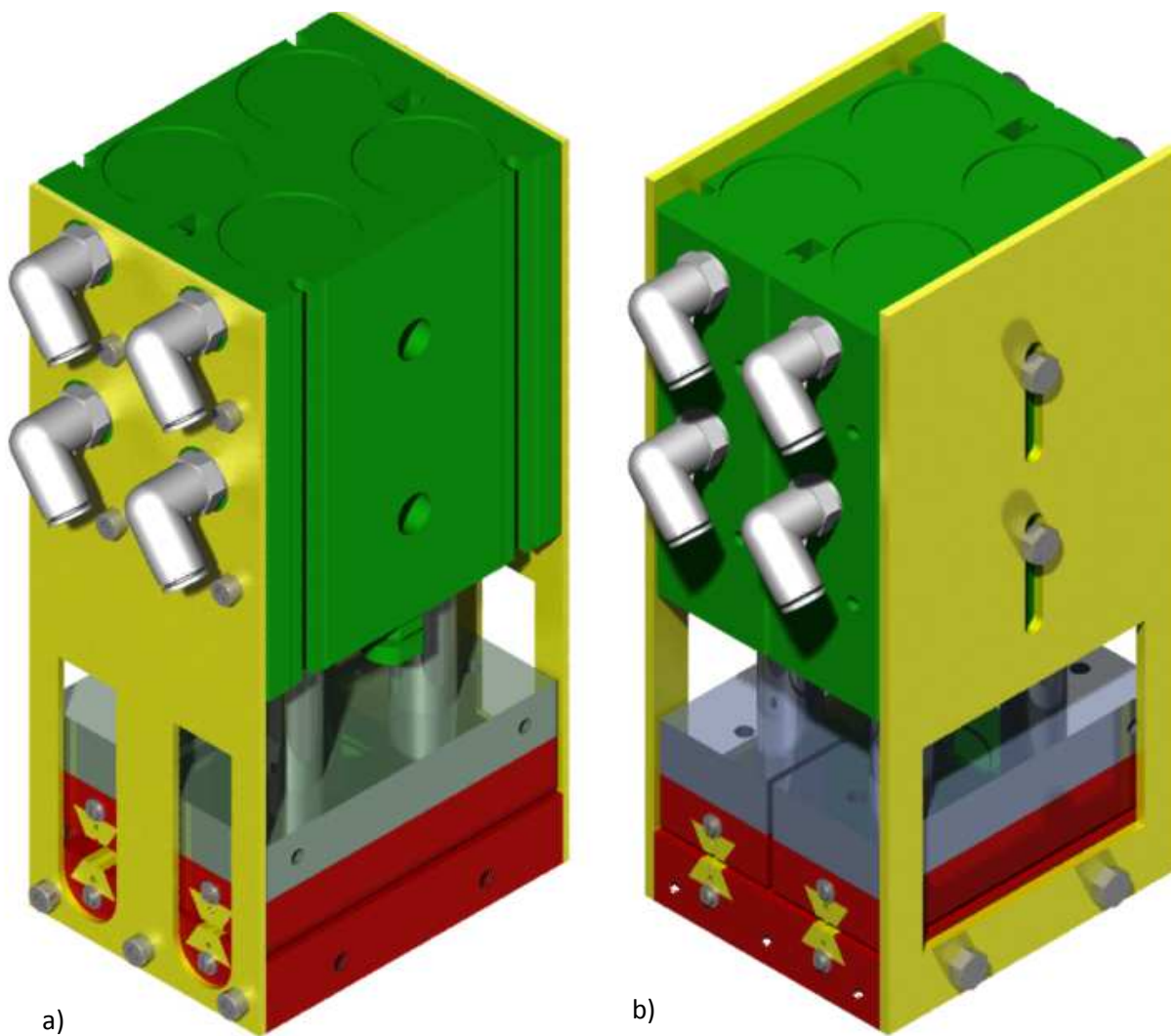
Pro tuto část nastaly dvě možnosti. U prvního způsobu jsou plechy umístěny na čele pneumatických válců (Obr. 20a) a jsou sešroubována dohromady dvěma šrouby. Tento způsob přináší lepší přístup do pracovního prostoru a jednodušší zavádění nového pásu izolačního materiálu. Dále je možné nastavit pracovní zdvih válce a tím rázové složky přispívající k tvorbě ryly.

Druhý způsob využívá závitové díry po stranách válce. Plech spojující základní desku s válci je pevně přišroubován pomocí 8 šrouby (Obr. 20b). Tento způsob je velice pevný a odolný proti vyosení rylovacích hrotů. Nastavení pracovního zdvihu by bylo možné pomocí pohyblivých dorazů.

Jako nejvhodnější možnost pro konstrukci rylovací části zařízení byla vybrána druhá možnost. První způsob byl zavrhnut kvůli možnému vyosení rylovacího hrotu při nastavení pracovního zdvihu nástroje a následné výrobě zmetku.



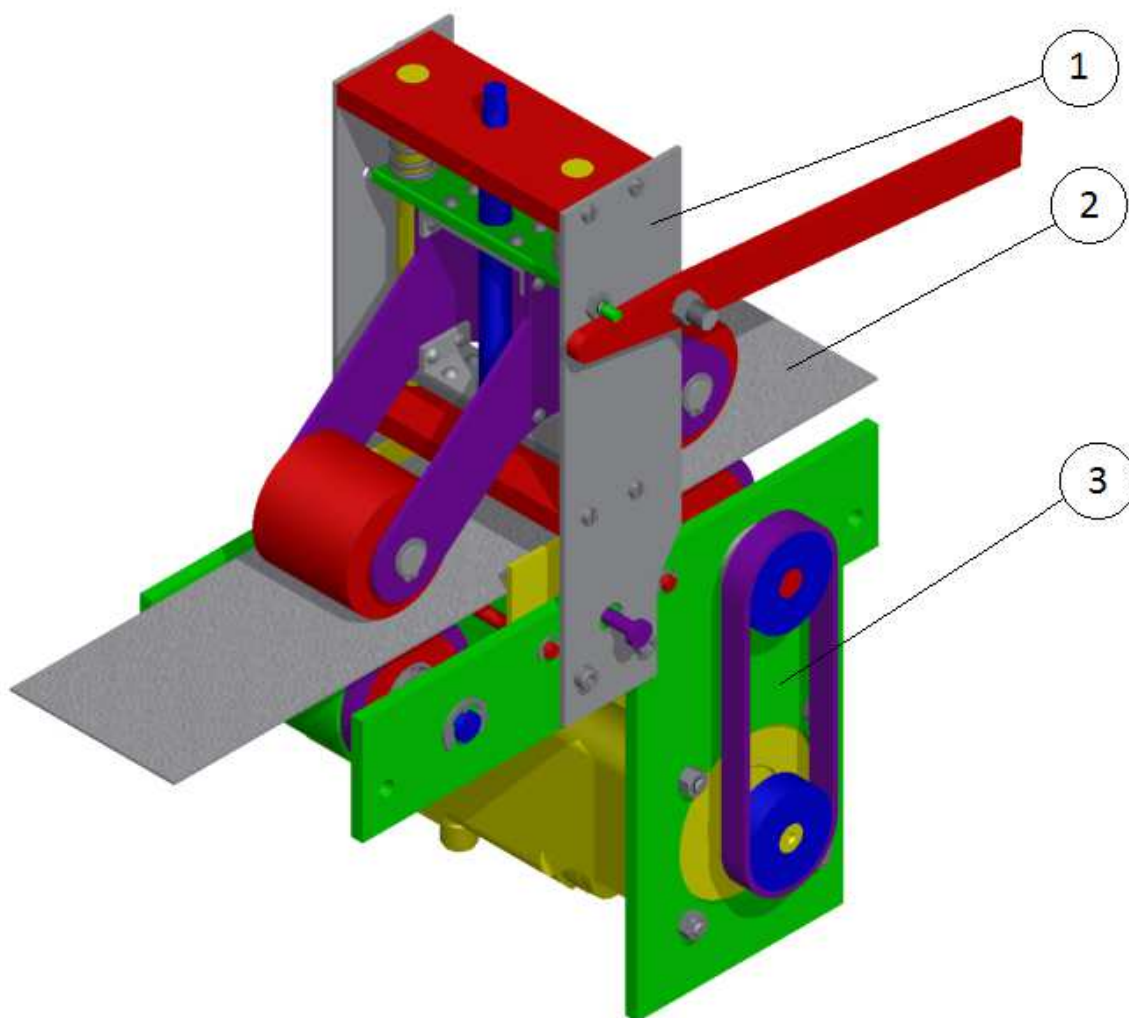
Obr. 19 Detail rybinových drážek



Obr. 20 Model rylovací části

## 8.4 Pásový dopravník

Pásový dopravník vykonává hlavní pohyb rylovaného materiálu. Musí přesně nastavit rylovaný materiál v poloze, kde má být vytvořena ryla. Tento dopravník se skládá ze dvou částí. Je to část pohonná (Obr. 21 – pozice 3) a část vytvářející přítlak (pozice 1) mezi pohonnou částí a rylovaným materiálem (pozice 2).

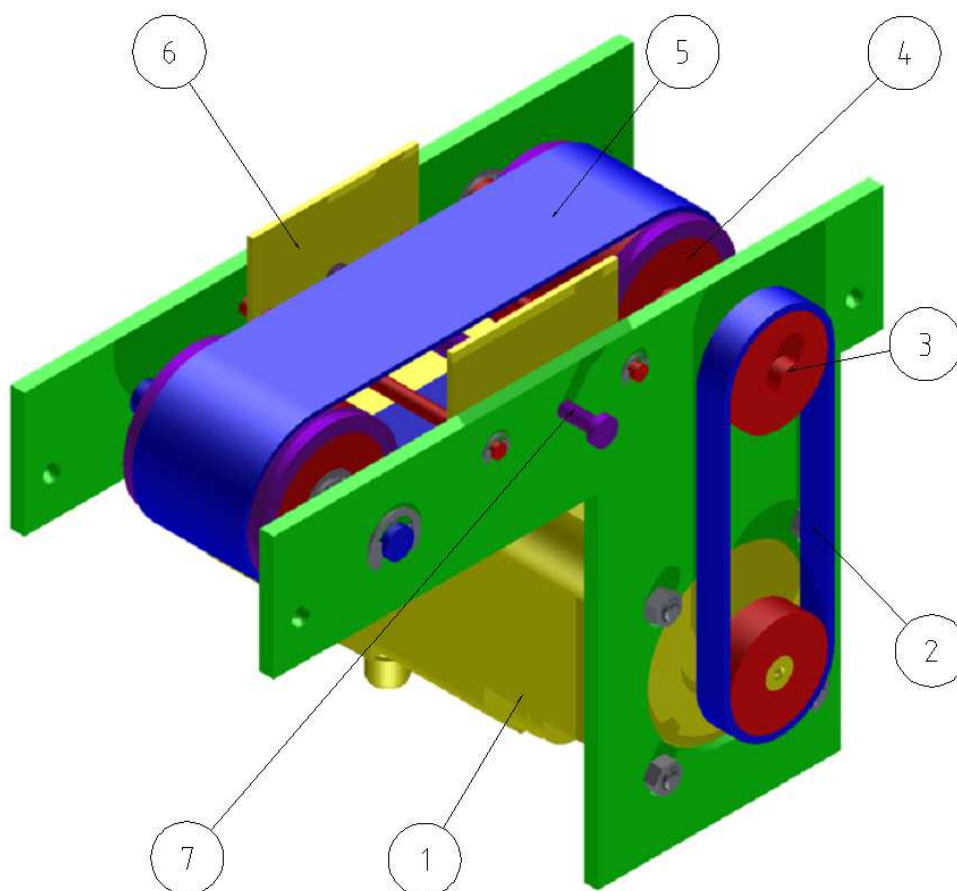


Obr. 21 Model pásového dopravníku

### 8.4.1 Pohonná část

Pohonná část musí splňovat několik požadavků. Mezi nejdůležitější patří nastavení materiálu do přesné polohy pro rylování a odstřižení výrobku. Dále je důležité, aby mezi materiálem a dopravníkovým pásem bylo dostatečné tření proti možnému prokluzu. Pohonná část musí také obsahovat vedení.

Pohonná část je tvořena řízeným pohonem (Obr. 22 – pozice 1), který pohání přes ozubený řemen (pozice 2) hnací hřídel dopravníku (pozice 3). Na této hřídeli je pevně přichycena řemenice (pozice 4). Jako dopravníkový pás (pozice 5) je zde použit ozubený řemen o šířce 40mm. Dále je pohonná část vybavena vodícími deskami (pozice 6), které se pomocí stavěcí hřídele (pozice 7) nastaví na požadovanou šířku.



Obr. 22 Model pohonné části dopravníku

### 8.4.1.1 Návrh pásového dopravníku

Jako pásový dopravník bude použit ozubený řemen firmy Ulmer. Šířka řemenu bude 40mm a jeho označení je PowerGrip HTD 5M. Pro řemenice bude použit polotovár dodávaný firmou Ulmer a to ozubený hřídel.

Pro návrh bude volen převodový poměr  $i = 1$  a průměr řemenice  $D = 49,79\text{mm}$ . Při volené osové vzdálenosti  $c = 120\text{mm}$  je délka řemene:

$$L = 2c + \pi \cdot D \quad (10)$$

$$L = 2 \cdot 120 + \pi \cdot 49,79 = 396,34\text{mm} \quad (11)$$

Dle katalogu Ulmer je volena délka řemenu  $L = 400\text{mm}$ . Přepočtená osová vzdálenost potom:

$$c = \frac{1}{2}(L - \pi \cdot D) \quad (12)$$

$$c = \frac{1}{2}(400 - \pi \cdot 49,79) = 121,79\text{mm} \quad (13)$$

Při zvolení délky řemenu 400mm a průměru řemenic 49,79mm je nová osová vzdálenost 121,79mm.

### 8.4.1.2 Návrh řízeného pohonu

Pohon pásového dopravníku musí být řízený. Má za úkol pohnout izolací o přesný rozměr do další polohy pro tvorbu ryly nebo odstřižení výrobku. Pro návrh řízeného pohonu byl použit program Positioning Drives Version 1.5.12. Pro výpočet je nutné znát úhel a čas, za kterou se motor pootočí za jeden krok a moment setrvačnosti, který motor rozpohybuje. Nejdelší izolace má délku 125mm a obsahuje 10 ryl. Úhel jednoho kroku při průměru řemenice 53,25mm je  $27^\circ$  a čas tohoto kroku musí být do 0,6s. Pro složitost výpočtů momentu setrvačnosti jsou použity hodnoty z 3D modeláře Autodesk Inventor 2012. Zvolené materiály byly hliník a ocel.

Sestav	Moment setrvačnosti I [kg*mm <sup>2</sup> ]
Trn	1048,592
Válec s vedením	1235,961
Přítlačný válec	126,566
Hnaná hřídel dopravníku	243,035
Hnací hřídel dopravníku	250,224
Celkový moment setrvačnosti I <sub>c</sub>	2904,378

Tab. 2 Momenty setrvačnosti

Po zadání vstupních parametrů byl programem vybrán servomotor EMMS-AS-70-S-RS s převodovkou 5:1 a ovladačem CMMP-AS-C4-3A (Obr. 23).



Obr. 23 Výřez programu Positioning drives

#### 8.4.1.3 Návrh řemenového převodu

Pro řemenový převod vytvářející vazbu mezi řízeným pohonem a hnací hřídelí dopravníku je použit ozubený řemen firmy Ulmer PowerGrip HTD 5M. Jako počáteční podmínky jsou voleny průměr řemenic  $D = 33,87\text{mm}$  a osová vzdálenost  $c = 90\text{mm}$ . Délka řemene je potom:

$$L = 2c + \pi \cdot D \quad (14)$$

$$L = 2 \cdot 90 + \pi \cdot 33,87 = 286,41\text{mm} \quad (15)$$

Dle katalogu Ulmer je volena délka řemenu  $L = 295\text{mm}$ . Přepočtená osová vzdálenost potom:

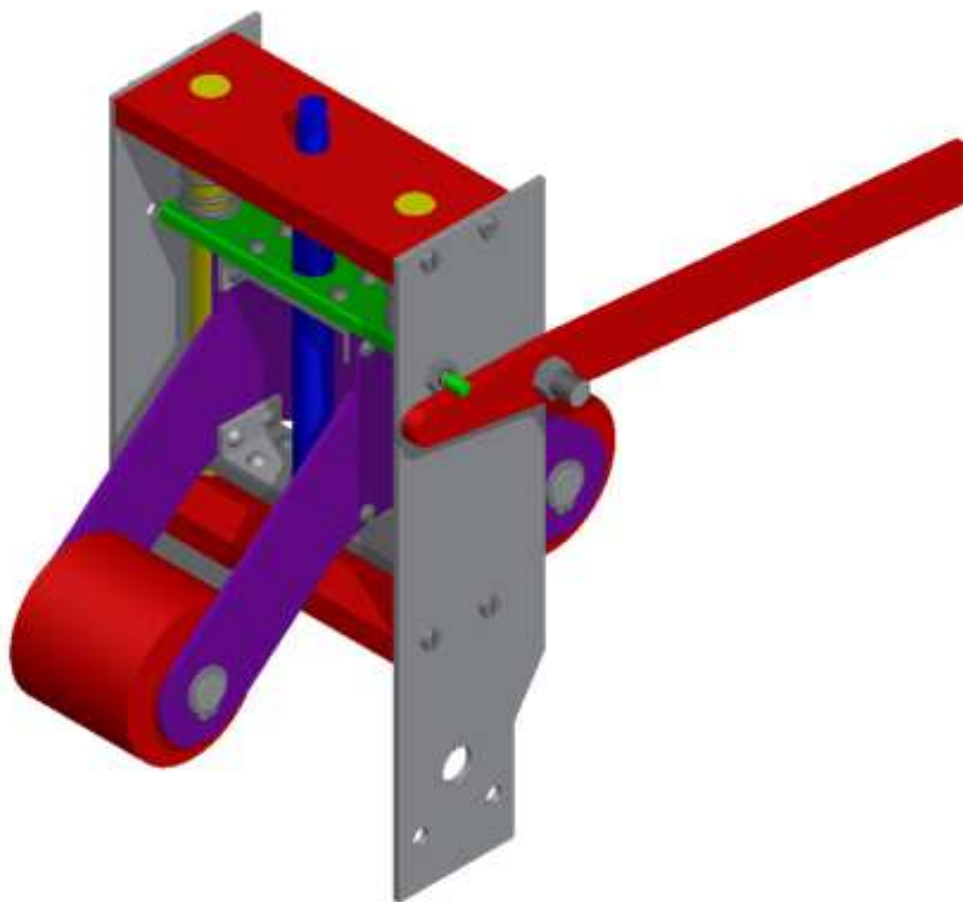
$$c = \frac{1}{2}(L - \pi \cdot D) \quad (16)$$

$$c = \frac{1}{2}(295 - \pi \cdot 33,87) = 94,29mm \quad (17)$$

Při zvolení délky řemenu  $L = 295mm$  a průměru řemenic  $D = 33,87mm$  je nová osová vzdálenost  $c = 94,29mm$ .

### 8.4.2 Přítlačná část

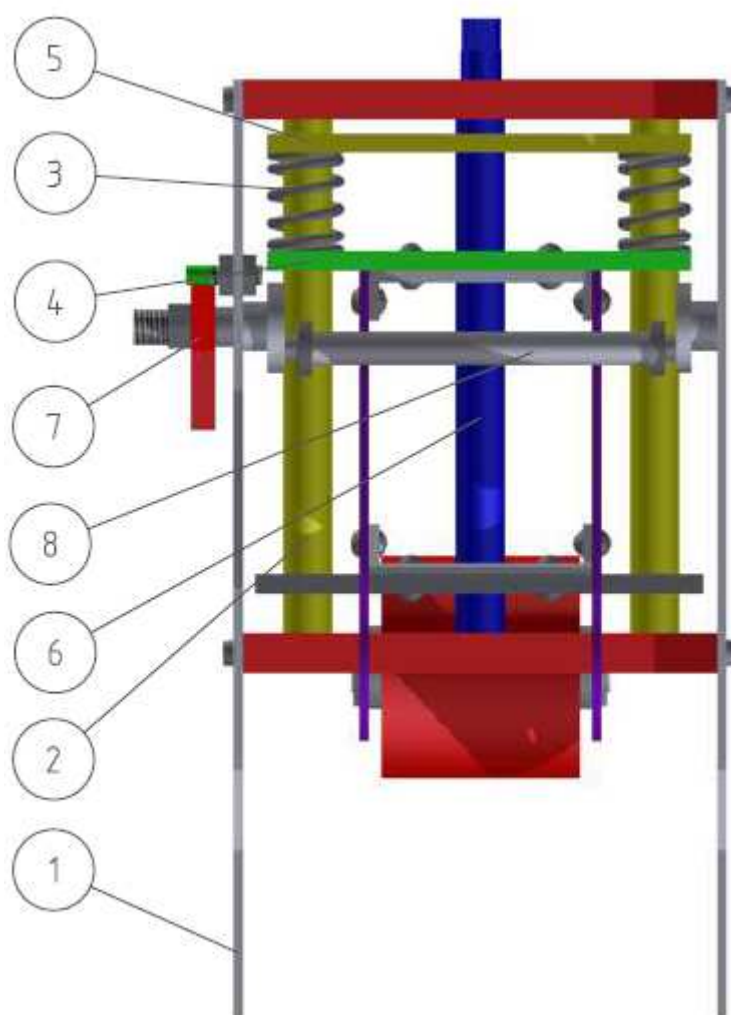
U přítlačné části (Obr. 24) je nutná regulace přítlačné síly. Při malé síle by docházelo k nedostatečně velké třecí síle a následnému možnému prokluzu izolace. Toto by mělo za následek velkou zmetkovitost. Dále by měla být možnost zvednout přítlačné válce a dovolit obsluhu jednodušší zavádění materiálu.



Obr. 24 Model přítlačné části dopravníku



Přítlačná část je pomocí bočnic (Obr. 25 – pozice 1) připevněna k pohonné části. Přítlačné válce, které tlačí na materiál a vytvářejí tak třecí vazbu, jsou pomocí mezičlenů uloženy ve vedení (pozice 2) pro možnost vertikálního pohybu. Pružiny (pozice 3), vytvářející přítlačnou sílu, jsou vloženy mezi pohyblivým členem (pozice 4) s přítlačnými válci a stavitelnou deskou (pozice 5). Tato stavitelná deska je opatřena závitem, který vytváří šroubovou vazbu s hřídelí (pozice 6). Díky této vazbě je možné nastavit deformaci pružiny a tím i sílu přítlaku. Dále je přítlačné zařízení vybaveno pákou (pozice 7), která přes excentrický mechanismus (pozice 8) zvedá přítlačné válce a umožní tak snadnější základ materiálu. Výchylky páky jsou omezeny dorazem.

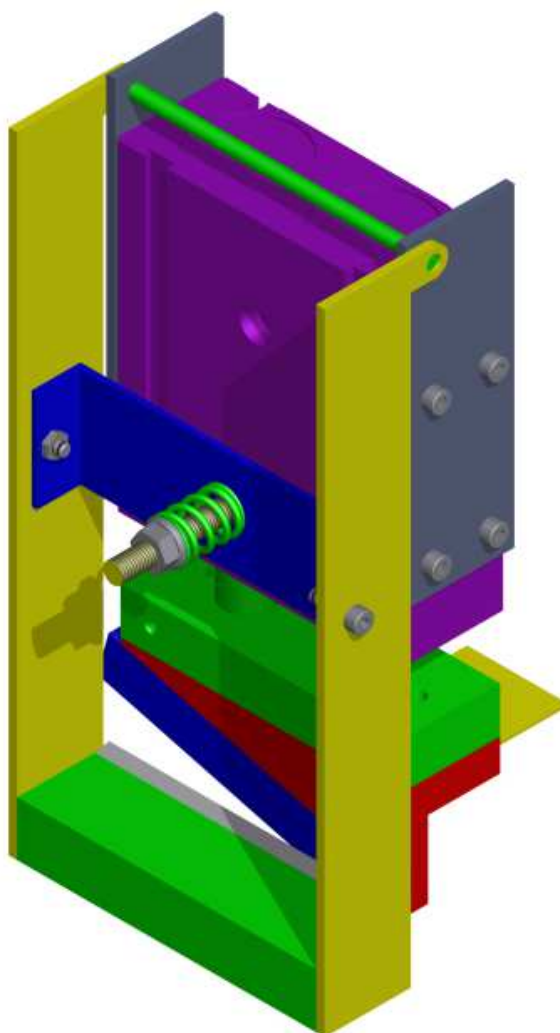


Obr. 25 Nárys přítlačné části dopravníku



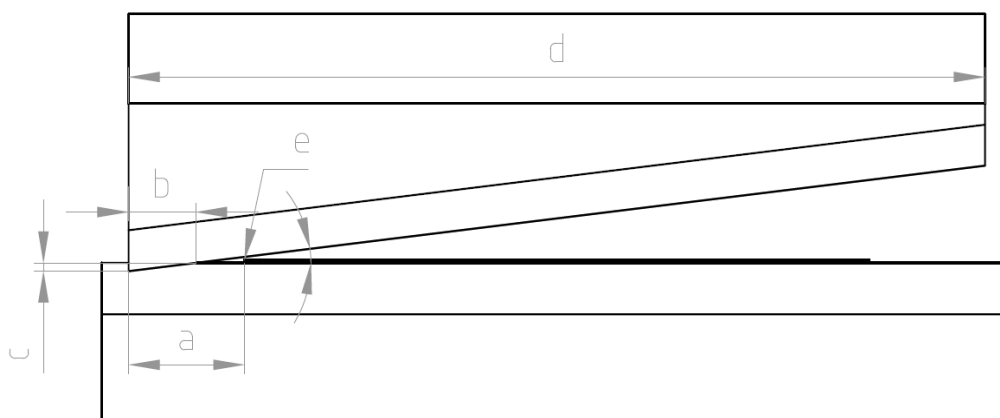
## 8.5 Stříhací mechanismus

Stříhací mechanismus (Obr. 26) má za úkol stříhat izolaci na přesnou délku danou výkresem. Pohyblivou částí stříhacího zařízení pohybuje pneumatický válec s integrovaným vedením jako v případě rylovací části. Jelikož je tloušťka stříhaného materiálu menší než 0,3mm je nutné omezit střížnou vůli. Tuto skutečnost vytváří možnost natáčení pneumatického válce okolo osy rovnoběžné s osou stříhání a potřebný přítlak nutný k dotyku nožů vyvíjí tlačná pružina. Tato pružina má možnost nastavení velikosti přítlaku pomocí matice. Jako pneumatický válec je volen dvoupístový řady MCDA. Doba, za kterou je potřeba vytvořit 10 ryl a konečné odstřížení, je maximálně 6 sekund. Pneumatický válec volím s průměrem pístu 32mm.



Obr. 26 Model stříhacího mechanismu

Potřebný pracovní zdvih válce je dán šířkou stříhaného materiálu a úhlem, který svírají nože. Nejšířší materiál vkládaný do stroje bude široký 70mm a jeho tloušťka je 0,35mm. Dále si stanovíme, že horní a dolní poloha pohyblivého nože by měla o 2 mm přesahovat spodní pevný nůž, aby byly oba nože stále v kontaktu. Šířka příruby válce je 96mm a max. šířka materiálu je 70mm. Z toho plyne, že vzdálenost rylovaného materiálu od hrany nože je 13mm na každou stranu. Dále si stanovíme, že prostor mezi horním nožem a rylovaným materiálem bude minimálně 1mm.



Obr. 27 Schéma výpočtu sklonu střížnice

rozměr  $a$  – od kraje izolantu po kraj střížnice -  $a = 13mm$

rozměr  $b$  – od bodu dotyku po kraj střížnice

rozměr  $c$  – od bodu dotyku po špičku střížnice -  $c = 2mm$

rozměr  $d$  – šířka střížnice -  $d = 96mm$

rozměr  $e$  – mezera mezi izolantem a střížnicí -  $e = 1mm$

rozměr  $\alpha$  – úhel sklonu střížnice

$$\tan \alpha = \frac{c}{b} = \frac{e}{a-b} \quad (18)$$

$$\tan \alpha = \frac{2}{b} = \frac{1}{13-b} \quad (19)$$

$$26 - 2b = b \quad (20)$$

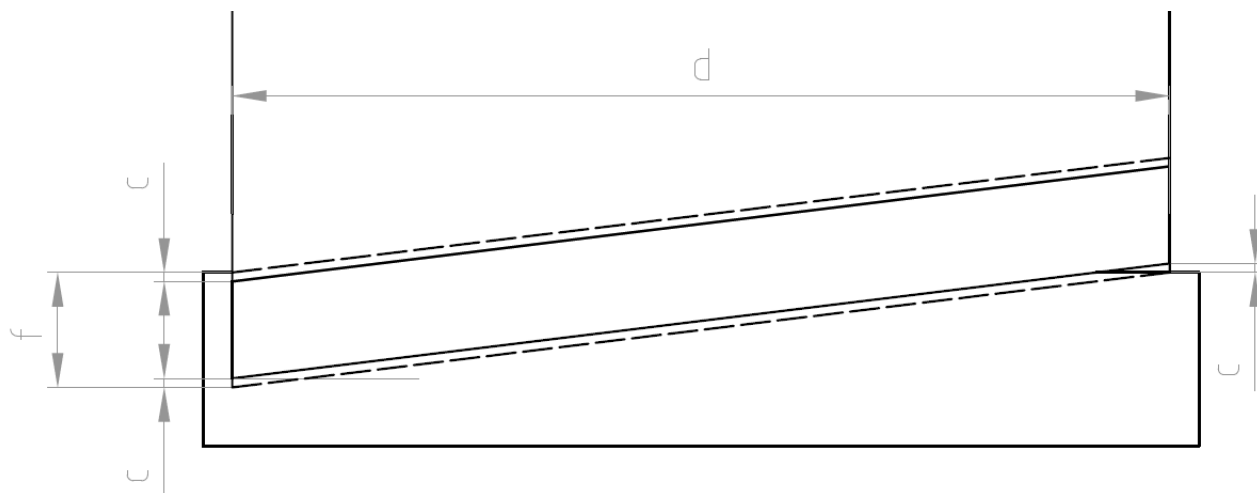
$$3b = 26 \Rightarrow b = 8,66 \quad (21)$$

$$\tan \alpha = \frac{c}{b} = \frac{2}{8,66} \quad (22)$$

$$\alpha = \arctan \frac{2}{8,66} \Rightarrow \alpha = 13^\circ \quad (23)$$

Úhel sklonu nože  $\alpha$  volím  $13^\circ$ .

Potřebný zdvih, s ohledem na to, že v celém pracovním cyklu se musí horní pohyblivý nůž dotýkat spodního pevného nože, vychází opět z pravoúhlého trojúhelníka (Obr. 28).



Obr. 28 Schéma výpočtu pracovního zdvihu válce

$$\tan \alpha = \frac{f}{d} \quad (24)$$

$$f = d \tan \alpha \quad (25)$$

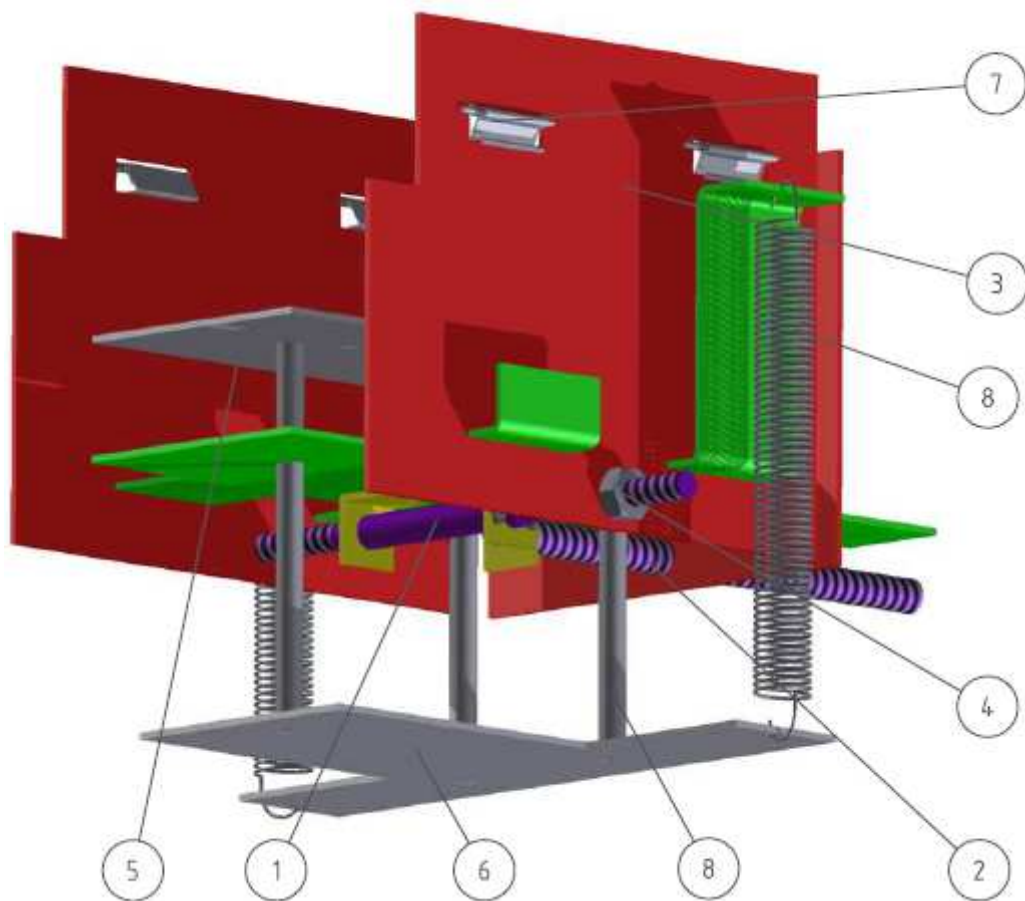
$$f = 96 \cdot \tan 13^\circ = 22,16 \quad (26)$$

$$g = 22,16 - 2 \cdot 2 = 18,16 \text{ mm} \quad (27)$$

Pracovní zdvih  $g$  válce by měl být 18,16mm. Toto splňuje pneumatický válec dvoupístový řady MCDA z průměrem pístu 32mm a zdvihem 20mm od firmy Stránský a Petržík.

## 8.6 Konstrukce zásobníku

Zásobník na hotové výrobky je konstruován jako univerzální pro všechny typy rylovaných izolací. Zásobník je stavěný na pojmutí až 100 kusů hotových narylovaných izolací. Přesnou šířku i délku zásobníku podle typu vyráběné izolace lze nastavit pomocí stavěcího šroubu příčného (Obr. 29 – pozice 1) a podélného (pozice 2). K bočnicím (pozice 3) jsou přibodovány matice (pozice 4), které pomocí pravochoďého a levochoďého závitu dovolují přesné nastavení vstupní šířky a to rovnoměrně do obou směrů. Pohyblivé desky (pozice 5,6) udržující hotové výrobky těsně pod zarážkami (pozice 7) jsou spojeny třemi vodícími tyčemi (pozice 8) a jejich poloha je udržována dvěma tažnými pružinami (pozice 9).



Obr. 29 Model zásobníku

## 8.7 Konstrukce rámu

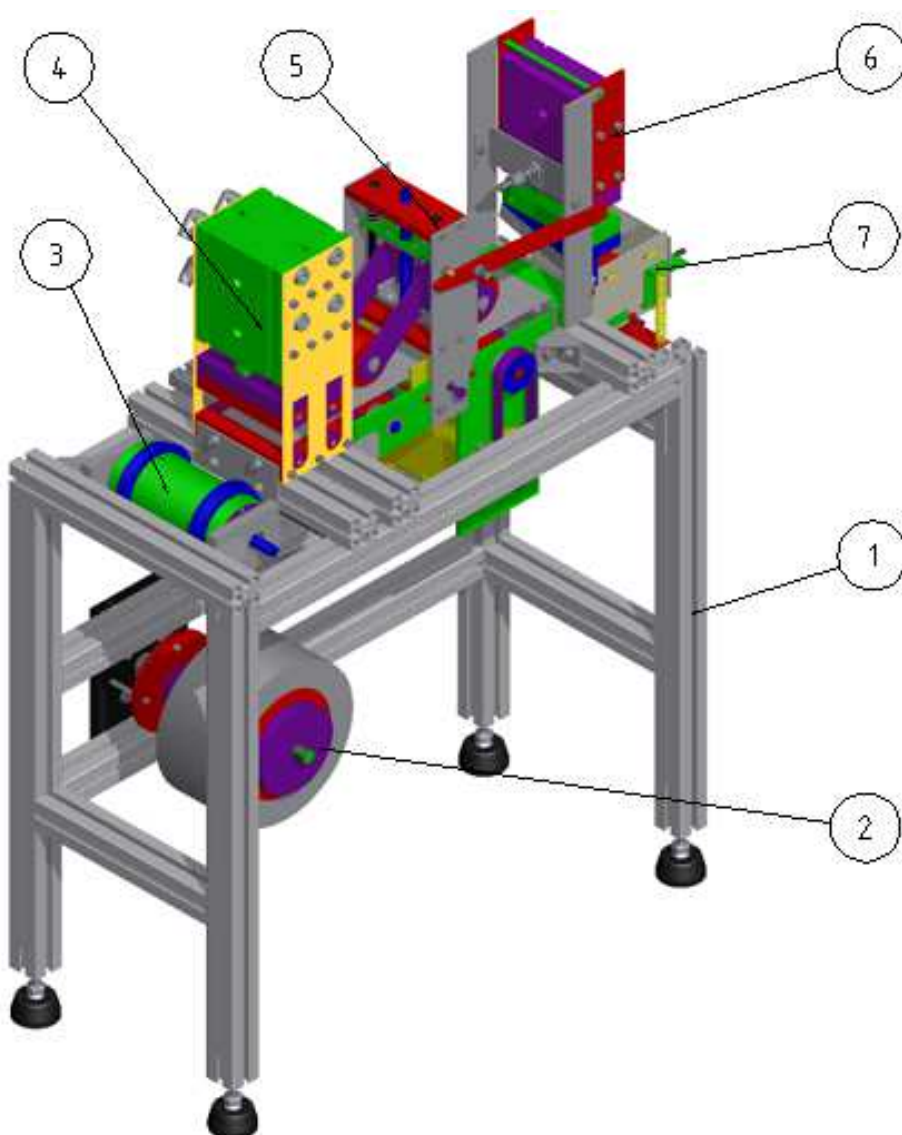
Rám (Obr. 30) je konstruován jako montovaný, tvořen z hliníkových profilů firmy ALUTEC K&K a.s. Hliníkový profil byl použit Modul 30x30 s drážkou 6 a to v délkách 470, 250, 190mm. Při konstrukci rámu nebyly použity žádné upravené nebo nestandardní prvky hliníkového konstrukčního systému. Rám byl navržen pro snadný přístup do pracovního prostoru a snadné zakládání návinu materiálu. Plocha, kterou zabírá rám, má rozměry 540x250mm.



Obr. 30 Model rámu

## 8.8 Konečná podoba zařízení

K rámu (Obr. 31 – pozice 1) je pomocí šroubů připevněn trn (pozice 2) na který se upne kotouč s návinem materiálu. Materiál dále putuje přes válce s vedením (pozice 3), který je k rámu uložen pomocí dvou úhelníků. Dále materiál pokračuje do rylovací části (pozice 4). Tato část je spojena s rámem pomocí dvou držáků, které jsou připevněny k přední a zadní straně základní rylovací desky. Dále je k rámu připevněn pomocí čtyř úhelníků pásový dopravník (pozice 5). Stříhací mechanismus (pozice 6) je připevněn k rámu pomocí držáku jako v případě rylovací části. Zásobník (pozice 7) je pro snadné vyjmutí pouze posazen na tvarovaný plech přišroubovaný k rámu.



Obr. 31 Model sestavy

## **9. Závěr**

V úvodu bakalářské práce byla zpracována rešerše o způsobech a principu rylování s možnými mechanismy pro vyvození potřebné síly.

Dle zadání byly navrženy 3 varianty řešení zařízení, z kterých byla jedna varianta konstrukčně zpracována v programu Autodesk Inventor 2012. Následně byly navrženy a vymodelovány sestavy zařízení, spojením kterých vznikl model celého zařízení. Použité prvky zařízení dávají předpoklad, že technické podmínky podle zadání budou splněny. V příloze jsou sestava a podsestavy zařízení.

Náplní bakalářské práce nebylo programování automatu a řízeného pohonu.

---

## Seznam použité literatury

- [1] J. Nedbal: Jednoúčelové stroje, automaty a výrobní systémy. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1983
- [2] B. Chvála, R. Matička, J. Talácko: Průmyslové roboty a manipulátory. Praha: SNTL, 1990
- [3] V. Švec: Části a mechanismy strojů. Mechanické převody. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003
- [4] Pneumatické válce [online] 2012, [6.5.2012]. Dostupné z internetu: <http://stranskyapetrzik.cz/pneu/pneumaticke-valce/>
- [5] Motory a ovladače [online] 2012, [6.5.2012]. Dostupné z internetu: [http://www.festo.com/pnf/cs\\_cz/products/catalog](http://www.festo.com/pnf/cs_cz/products/catalog)
- [6] Ozubené řemeny [online] 2012, [6.5.2012]. Dostupné z internetu: <http://www.haberkorn.cz/ozubene-remeny/>
- [7] Hliníkový profily [online] 2012, [6.5.2012]. Dostupné z internetu: <http://aluteckk.cz/katalog/katalog.php>

## Seznam příloh

Příloha 1:	Výkres sestavy	RZ1/0.3	Sestava zařízení
Příloha 2:	Výkres sestavy	RZ1/1.3	Rám
Příloha 3:	Výkres sestavy	RZ1/2.3	Trn
Příloha 4:	Výkres sestavy	RZ1/3.3	Válec s vedením
Příloha 5:	Výkres sestavy	RZ1/4.3	Rylovací část
Příloha 6:	Výkres sestavy	RZ1/5.3	Pásový dopravník
Příloha 7:	Výkres sestavy	RZ1/6.3	Stříhací část
Příloha 8:	Výkres sestavy	RZ1/7.3	Zásobník
Příloha 9:	Výkres sestavy	RZ1/5.1.3	Přítlačná část
Příloha 10:	Výkres sestavy	RZ1/5.2.3	Pohonná část



---

## Seznam obrázků

<b>Obr. 1 Způsob výroby ryly.....</b>	<b>12</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 2 a) řezací plotter, b) výřez krabice .....</b>	<b>13</b>
a) <a href="http://demuynck-printing.be/media/Machines/esko%20new.jpg">http://demuynck-printing.be/media/Machines/esko%20new.jpg</a>	
b) <a href="http://www.nord-service.cz/wp-content/uploads/2011/09/karton_krabice.jpg">http://www.nord-service.cz/wp-content/uploads/2011/09/karton_krabice.jpg</a>	
<b>Obr. 3 Rozdělení rylování .....</b>	<b>14</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 4 Možné pohony rylovacího hrotu.....</b>	<b>16</b>
a)	
<a href="http://images.industrial.omron.eu/IAB/Products/Motion%20and%20Drives/Servo%20Systems/Rotary%20Servo%20Motors/images/Sigma-II%20Rotary%20ServoMotors400x400.jpg">http://images.industrial.omron.eu/IAB/Products/Motion%20and%20Drives/Servo%20Systems/Rotary%20Servo%20Motors/images/Sigma-II%20Rotary%20ServoMotors400x400.jpg</a>	
b)	
<a href="http://images.industrial.omron.eu/IAB/Products/Motion%20and%20Drives/Servo%20Systems/Linear%20Servo%20Motors/R88L-EC-GW/images/R88L-EC-GW_new400x400.jpg">http://images.industrial.omron.eu/IAB/Products/Motion%20and%20Drives/Servo%20Systems/Linear%20Servo%20Motors/R88L-EC-GW/images/R88L-EC-GW_new400x400.jpg</a>	
c)	
<a href="http://www.seall.cz/upload/stranky/users/seall/Image/produkty/hydraulika/HC20.JPG">http://www.seall.cz/upload/stranky/users/seall/Image/produkty/hydraulika/HC20.JPG</a>	
d)	
<a href="http://www.stranskyapetrzik.cz/objekty/11201-velke.jpg">http://www.stranskyapetrzik.cz/objekty/11201-velke.jpg</a>	
e)	
<a href="http://www.tox-us.com/uploads/tx_axajaxmenu/pneumohydraulische_antriebe.jpg">http://www.tox-us.com/uploads/tx_axajaxmenu/pneumohydraulische_antriebe.jpg</a>	
<b>Obr. 5 Mechanismy pro rylování .....</b>	<b>17</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 6 Mechanismy pro rylování .....</b>	<b>18</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 7 Silový rozklad.....</b>	<b>19</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 8 Kontinuální metoda výroby .....</b>	<b>21</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 9 Přímá metoda rylování s tlakovými stroji.....</b>	<b>22</b>
Vlastní obrázek	

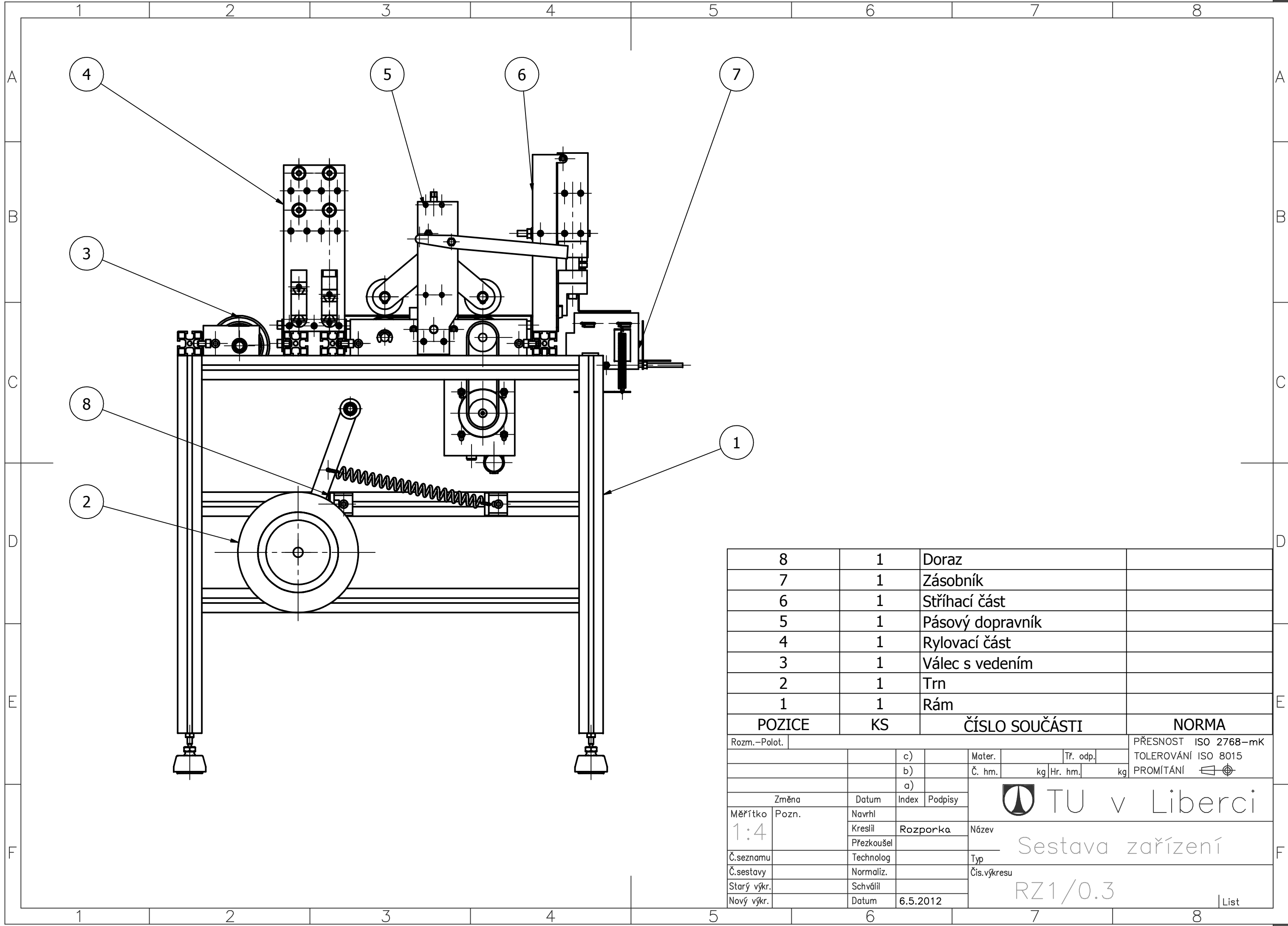
---

<b>Obr. 10 Přímá metoda rylování s elektromotorem.....</b>	<b>22</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 11 Vzorky narylovaných materiálů.....</b>	<b>23</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 12 Pneumatický válec s integrovaným vedením .....</b>	<b>25</b>
<a href="http://www.stranskyapetrzik.cz/objekty/mcda-32.jpg">http://www.stranskyapetrzik.cz/objekty/mcda-32.jpg</a>	
<b>Obr. 13 Koncepční návrh.....</b>	<b>26</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 14 Koncepční návrhy .....</b>	<b>27</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 15 Schéma konstrukce.....</b>	<b>28</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 16 Model trnu .....</b>	<b>29</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 17 Řez trnu .....</b>	<b>30</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 18 Model válce s vedením.....</b>	<b>31</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 19 Detail rybinových drážek.....</b>	<b>33</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 20 Model rylovací části.....</b>	<b>33</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 21 Model pásového dopravníku.....</b>	<b>34</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 22 Model pohonné části dopravníku .....</b>	<b>35</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 23 Výřez programu Positioning drives .....</b>	<b>37</b>
Positioning Drives Version 1.5.12	

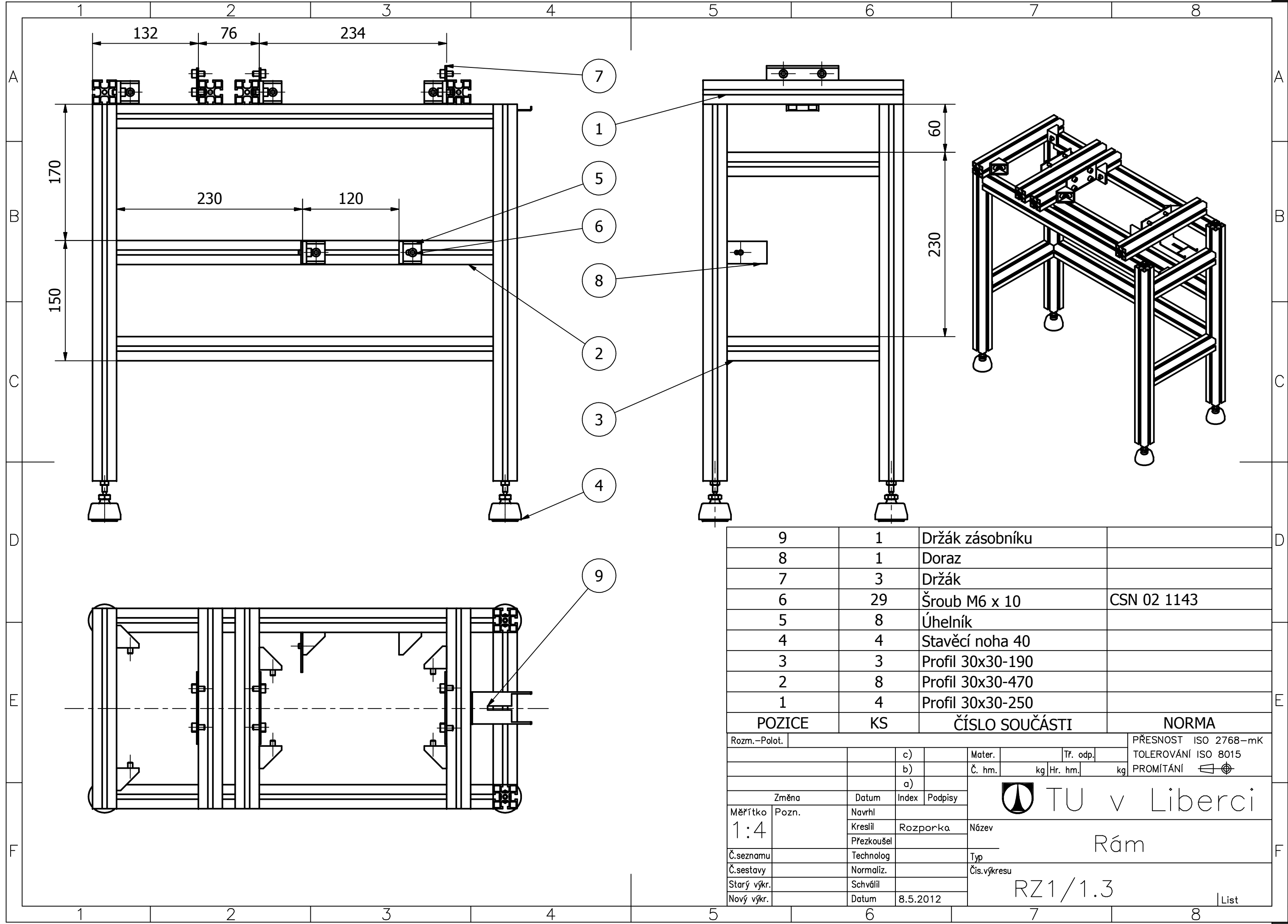
---

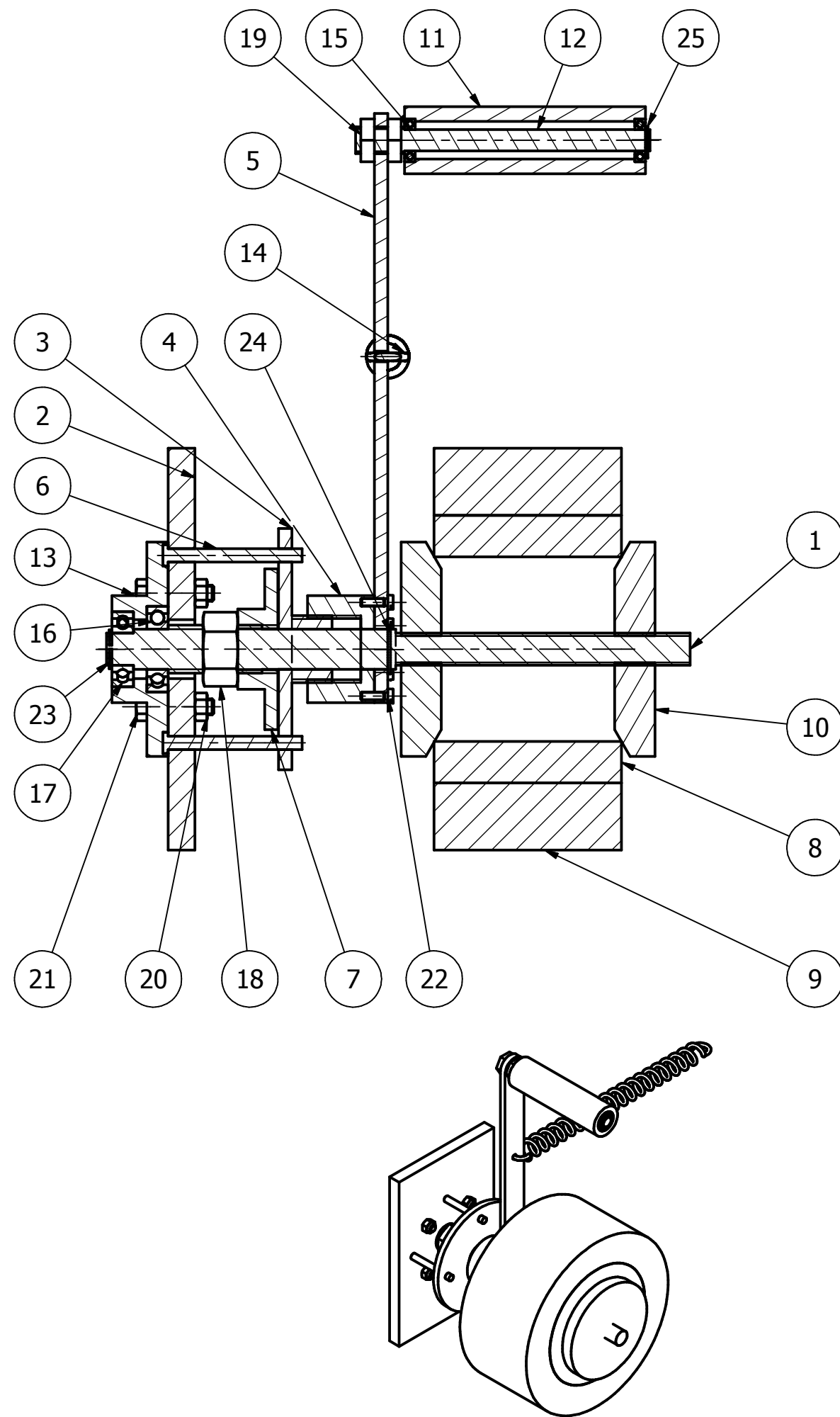
---

<b>Obr. 24 Model přítlačné části dopravníku .....</b>	<b>38</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 25 Nárys přítlačné části dopravníku .....</b>	<b>39</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 26 Model stříhacího mechanismu .....</b>	<b>40</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 27 Schéma výpočtu sklonu střížnice.....</b>	<b>41</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 28 Schéma výpočtu pracovního zdvihu válce .....</b>	<b>42</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 29 Model zásobníku .....</b>	<b>43</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 30 Model rámu .....</b>	<b>44</b>
Vlastní obrázek	
<b>Obr. 31 Model sestavy .....</b>	<b>45</b>
Vlastní obrázek	
<b>Tab. 1 Seznam materiálu.....</b>	<b>24</b>
Vlastní tabulka	
<b>Tab. 2 Momenty setrvačnosti těles .....</b>	<b>37</b>
Vlastní tabulka	
<b>Graf 1 Vyjádření rylovací síly na vstupní síle.....</b>	<b>19</b>
Vlastní graf	




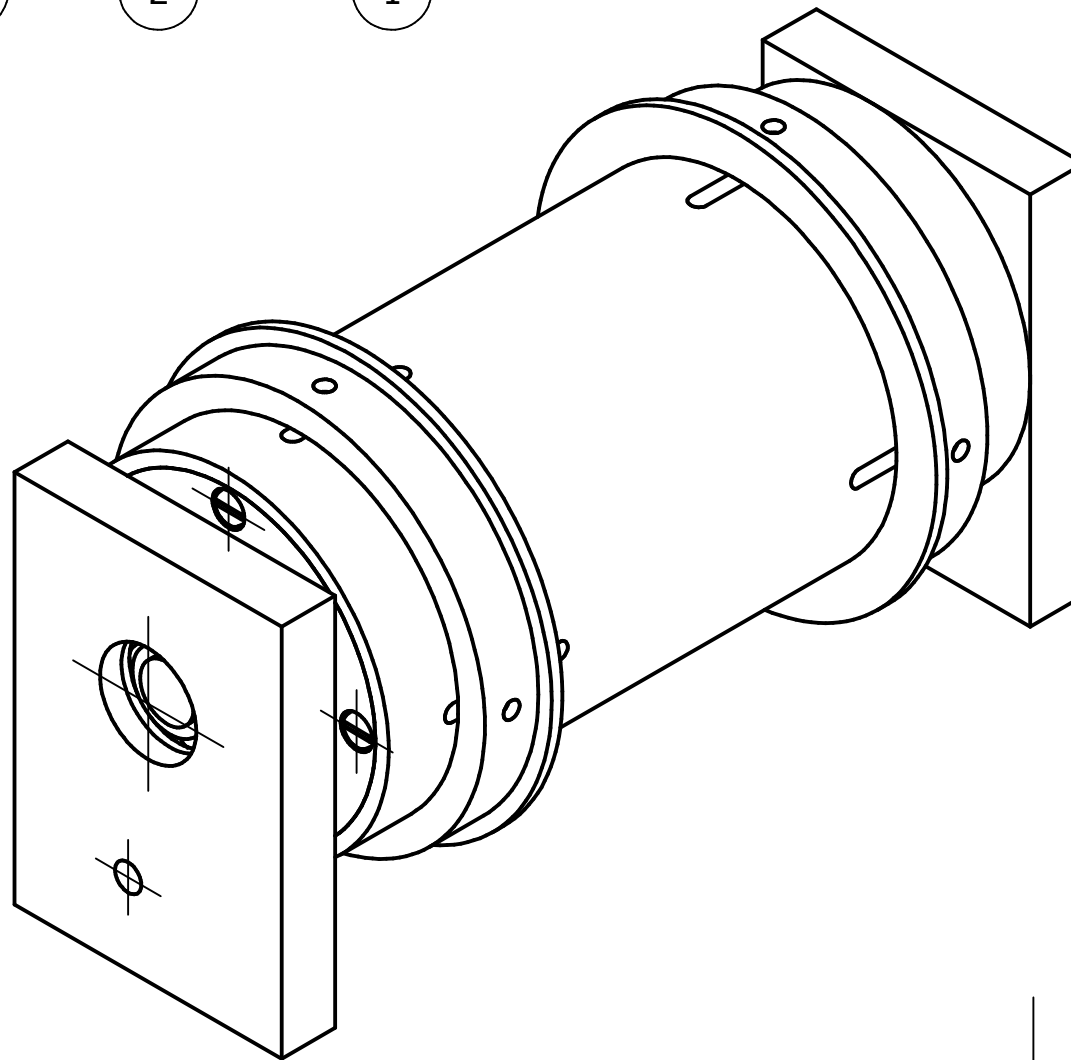
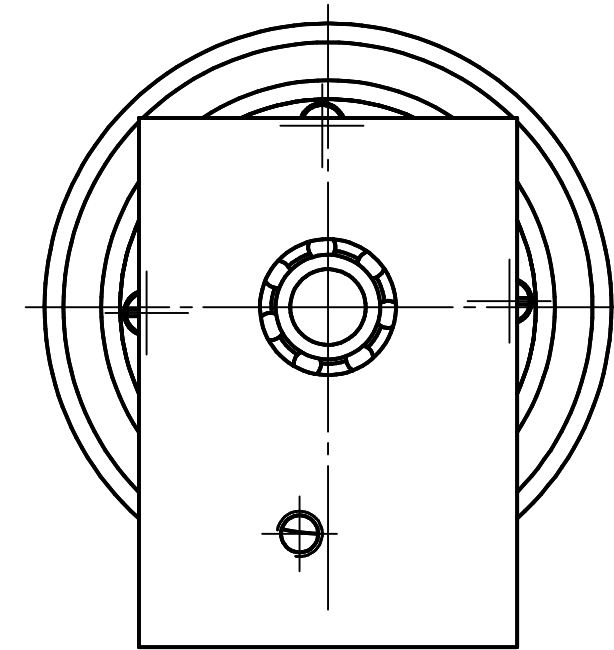
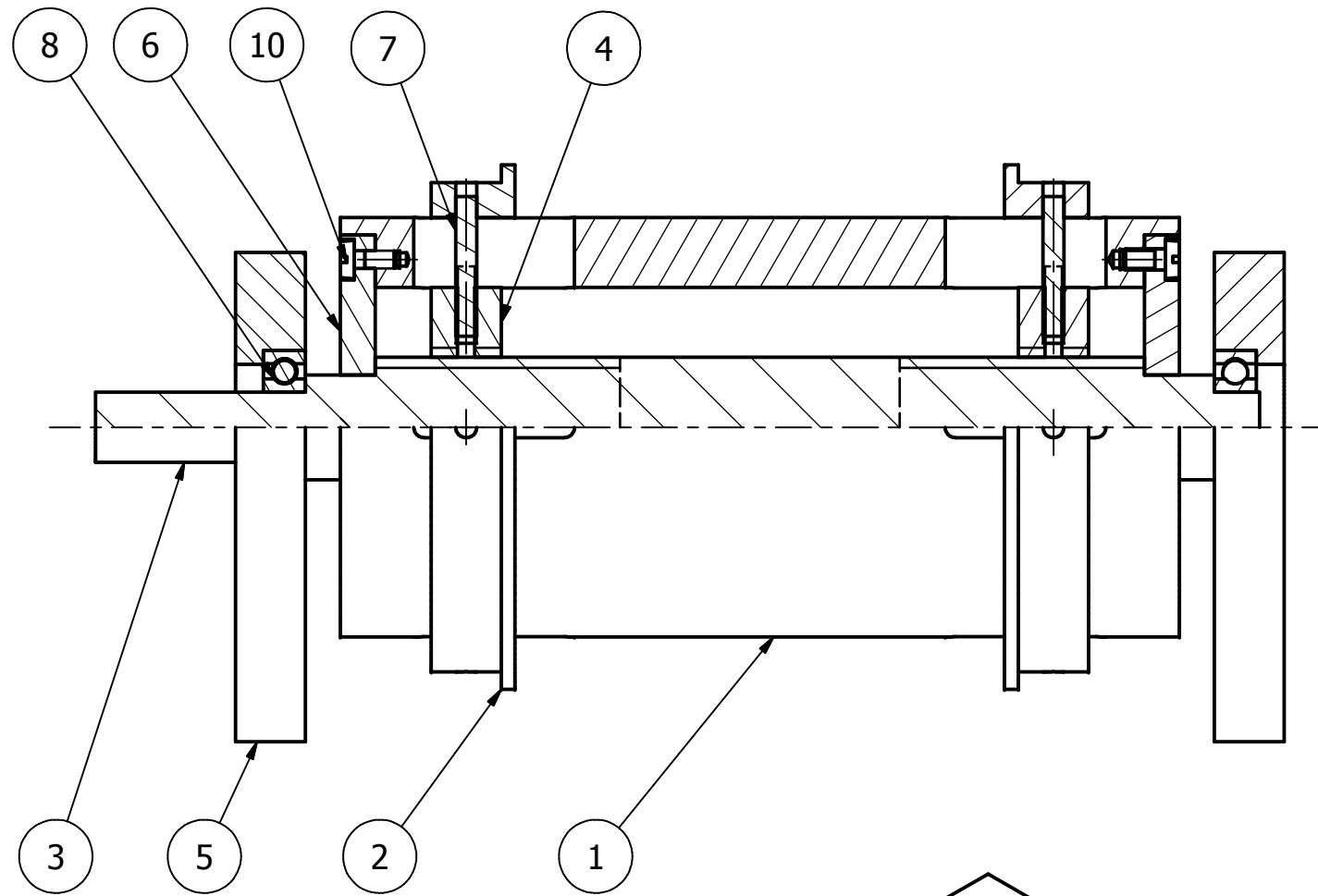
8	1	Doraz	
7	1	Zásobník	
6	1	Stříhací část	
5	1	Pásový dopravník	
4	1	Rylovací část	
3	1	Válec s vedením	
2	1	Trn	
1	1	Rám	
POZICE		KS	ČÍSLO SOUČÁSTI
Rozm. - Polot.			NORMA
		c)	Mater.
		b)	Č. hm.
		a)	Tř. odp.
Změna		Index	Podpisy
Měřítko	Pozn.	Navrhl	Název
1:4		Kreslil	Rozporka
Č.seznamu		Přezkoušel	Typ
Č.sestavy		Technolog	Čís.výkresu
Starý výkr.		Normaliz.	
Nový výkr.		Schválil	
		Datum	6.5.2012
			RZ1/0.3
			List



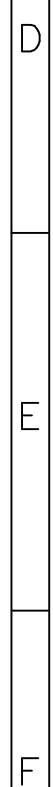
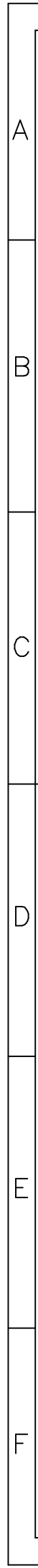




25	1	Pojistný kroužek 8	CSN 022930
24	1	Pojistný kroužek 15	CSN 02 2930
23	1	Pojistný kroužek 12	CSN 022930
22	6	Šroub M3 x 10	CSN 02 1131
21	4	Šroub M6 x 25	CSN 02 1201
20	4	Matice M6	CSN 02 1402
19	2	Matice M10	CSN EN 24 036
18	1	Matice M18	CSN 02 1402
17	1	Ložisko SKF 6001	CSN 024630 SKF
16	1	Ložisko SKF 16002	CSN 024630 SKF
15	2	Ložisko SKF 618/8	CSN 024630 SKF
14	1	Tažná pružina	
13	1	Ložiskový domek	
12	1	Hřídel napínáků	
11	1	Napínací kladka	
10	2	Upínací talíř	
9	1	Návin	
8	1	Kotouč	
7	1	Rotační brzdící kotouč	
6	4	Kolík	
5	1	Rameno napínáku	
4	1	Mezičlen	
3	1	Posuvný brzdící kotouč	
2	1	Rám	
1	1	Trn	

 TU v Liberci  
Trn  
RZ1/2.3  
List

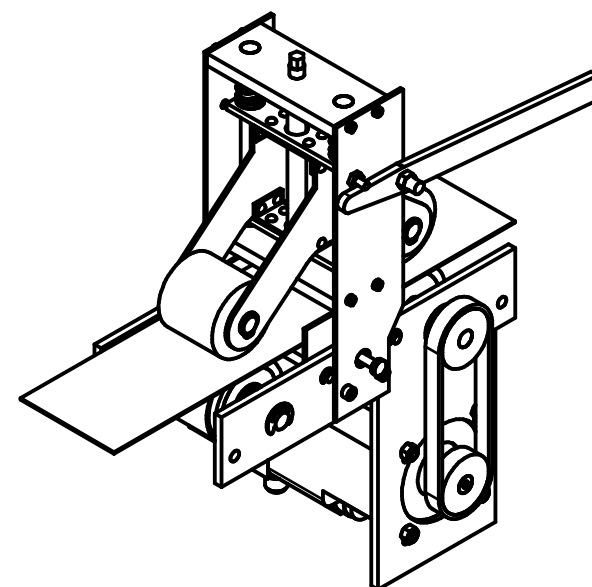
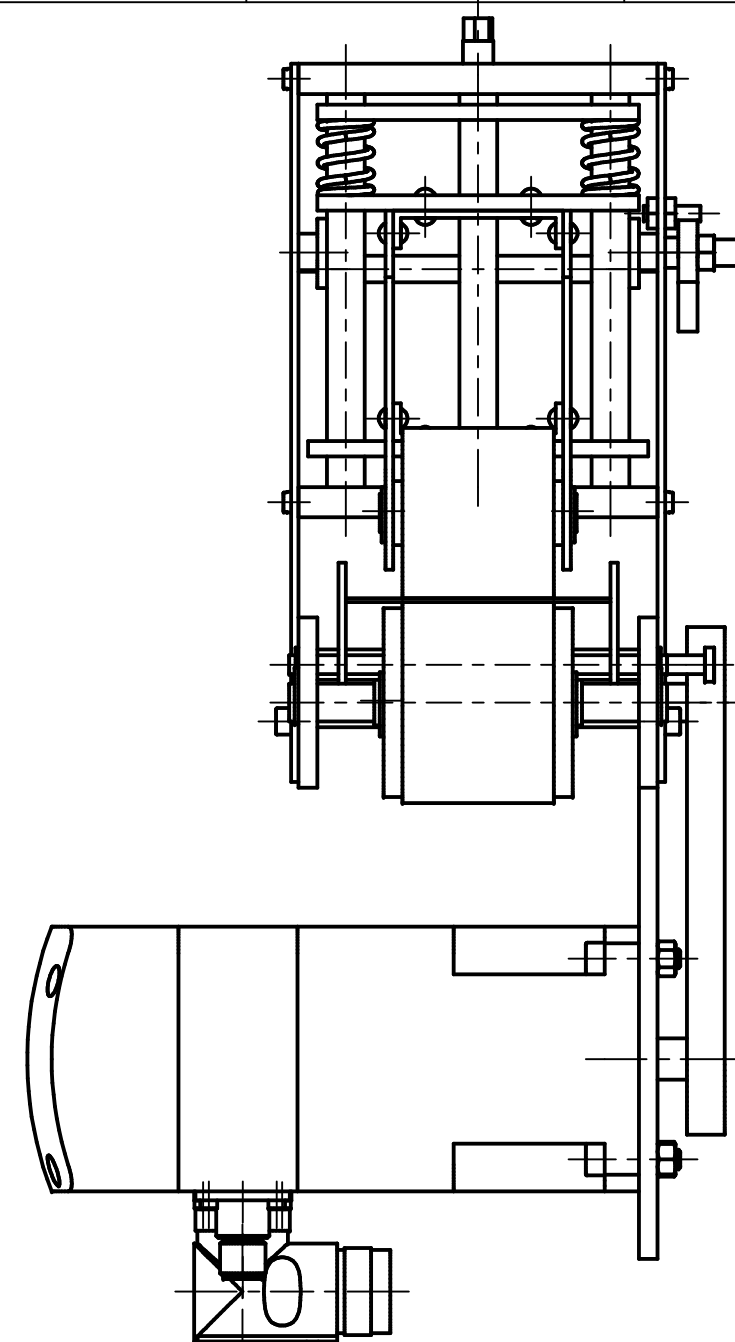


10	8	Šroub M3 x 6	CSN 02 1131
8	2	Ložisko SKF 61900	CSN 024630 SKF
7	8	Kolík	
6	2	Kotouč	
5	2	Rám	
4	2	Stavěcí matice	
3	1	Stavěcí šroub	
2	2	Vedení	
1	1	Válec	
POZICE		KS	ČÍSLO SOUČÁSTI
NORMA			
Rozm.-Polot.		PŘESNOST ISO 2768-mk	
		TOLEROVÁNÍ ISO 8015	
		PROMÍTÁNÍ	
		TU v Liberci	
		Válec s vedením	
		RZ1/3.3	
		List	



POZICE		KS		ČÍSLO SOUČÁSTI				NORMA							
Rozm.–Polot.						PŘESNOST ISO 2768–mK									
		c)		Mater.		Tř. odp.		TOLEROVÁNÍ ISO 8015							
		b)		Č. hm.		kg	Hr. hm.	kg	PROMÍTÁNÍ 						
		a)													
Změna		Datum		Index		Podpisy		 TU v Liberci							
Měřítka 1:2	Pozn.	Navrhl		Kreslil		Rozporka								Název	
		Přezkoušel												Rylovací část	
Č.seznamu		Technolog		Typ		Čís.výkresu RZ1/4.3									
Č.sestavy		Normaliz.													
Starý výkr.		Schválil													
Nový výkr.		Datum		6.5.2012		List									

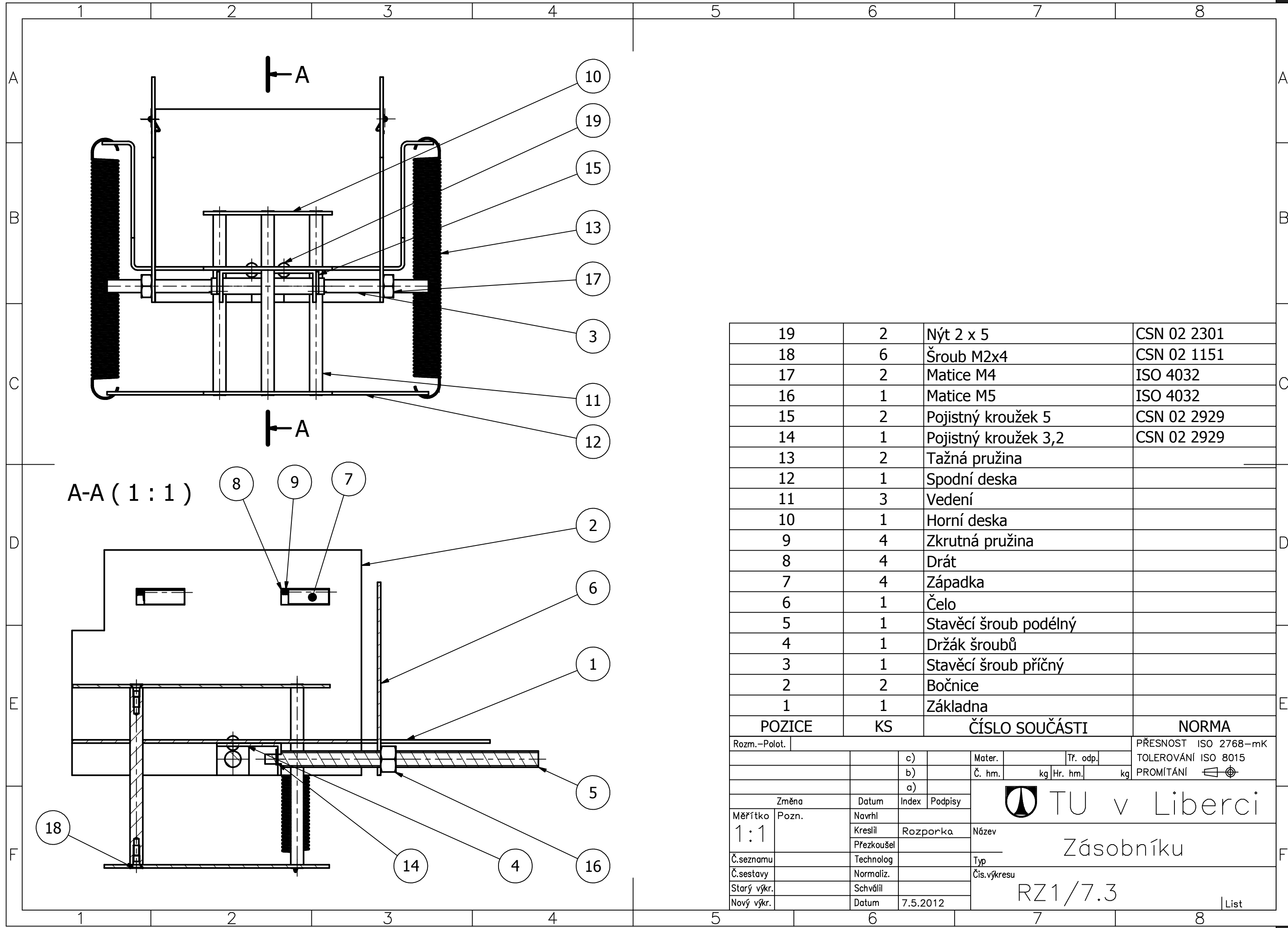




4	4	Šroub M4 x 6				CSN 02 1143	
3	1	Rylovaný materiál					
2	1	Přítlačná část					
1	1	Pohonná část					
POZICE		KS		ČÍSLO SOUČÁSTI			NORMA
KUSOVNÍK							
Rozm. – Polot.						PŘESNOST ISO 2768 – mK	
		c)		Mater.		Tř. odp.	
		b)		Č. hm.		kg Hr. hm. kg	
		a)				TOLEROVÁNÍ ISO 8015	
						PROMÍTÁNÍ 	
Změna		Datum	Index	Podpisy	 TU v Liberci		
Měřítko 1:2	Pozn.	Navrhl					
		Kreslil	Rozporka				
		Přezkoušel					
Č. seznamu		Technolog			Název		
Č. sestavy		Normaliz.			Pásový dopravník		
Starý výkr.		Schválil			Čís. výkresu		
Nový výkr.		Datum	6.5.2012		RZ1/5.3		
List							

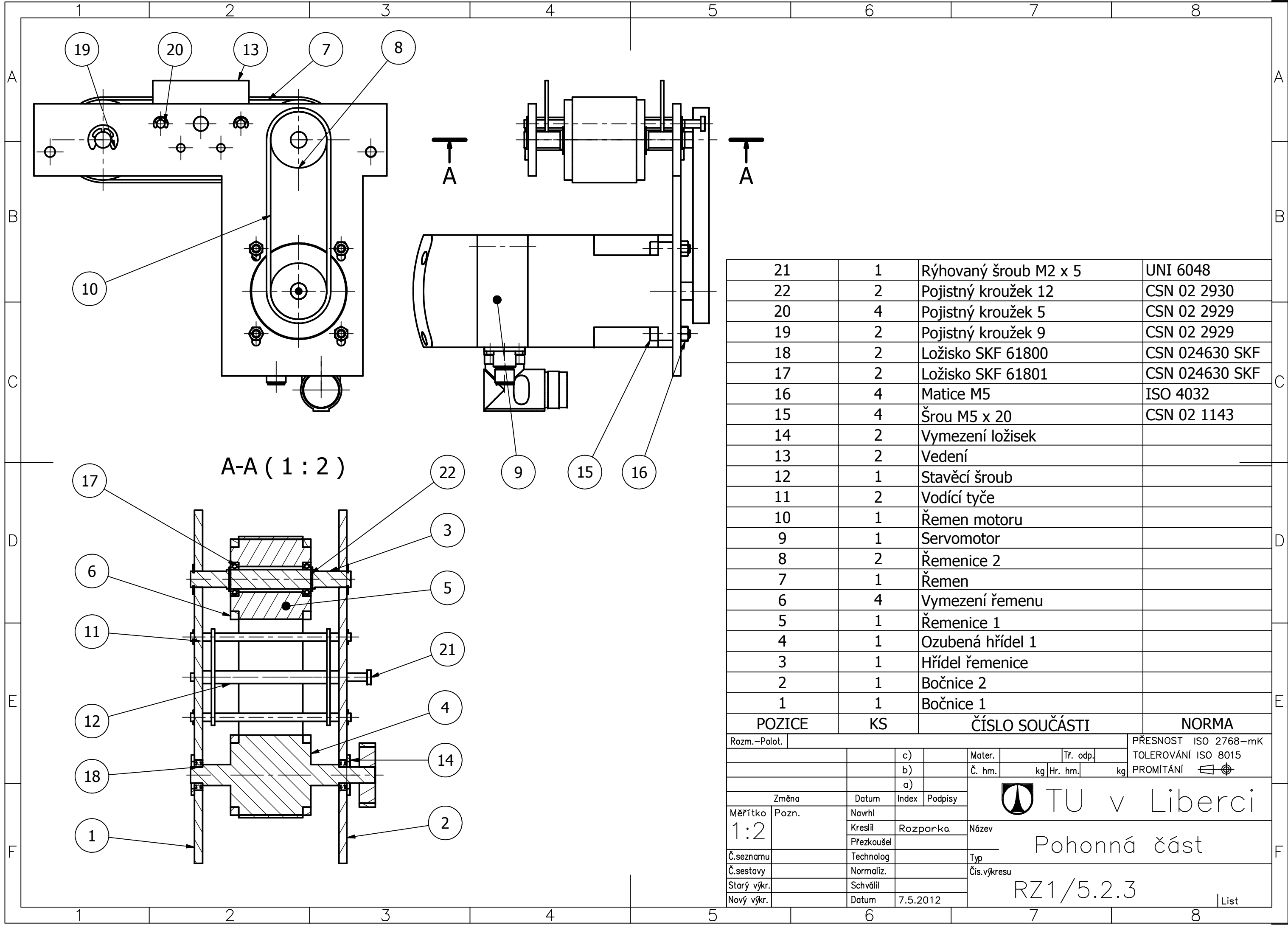


Rozm. – Polot.						PŘESNOST ISO 2768 – mK	
			c)		Mater.	Tř. odp.	TOLEROVÁNÍ ISO 8015
			b)		Č. hm.	kg   Hr. hm.	PROMÍTÁNÍ 
			a)		 TU v Liberci		
Změna		Datum	Index	Podpisy			
Měřítko 1:2	Pozn.	Navrhl					
		Kreslil	Rozporka				
		Přezkoušel			Název	Stříhací část	
Č.seznamu		Technolog			Typ		
Č.sestavy		Normaliz.			Čis.výkresu	RZ1/6.3	
Starý výkr.		Schválil					
Nový výkr.		Datum	6.5.2012				
							List



19	2	Nýt 2 x 5	CSN 02 2301
18	6	Šroub M2x4	CSN 02 1151
17	2	Matice M4	ISO 4032
16	1	Matice M5	ISO 4032
15	2	Pojistný kroužek 5	CSN 02 2929
14	1	Pojistný kroužek 3,2	CSN 02 2929
13	2	Tažná pružina	
12	1	Spodní deska	
11	3	Vedení	
10	1	Horní deska	
9	4	Zkrutná pružina	
8	4	Drát	
7	4	Západka	
6	1	Čelo	
5	1	Stavěcí šroub podélný	
4	1	Držák šroubů	
3	1	Stavěcí šroub příčný	
2	2	Bočnice	
1	1	Základna	
POZICE	KS	ČÍSLO SOUČÁSTI	NORMA
Rozm.–Polot.			PŘESNOST ISO 2768–mK
		c)	Mater.
		b)	Č. hm.
		a)	
Změna	Datum	Index	Podpisy
Měřítko	Pozn.	Navrhl	
1:1		Kreslil	Rozporka
		Přezkoušel	
Č.seznamu		Technolog	
Č.sestavy		Normaliz.	
Starý výkr.		Schválil	
Nový výkr.		Datum	7.5.2012
TU v Liberci			
Zásobníku			
RZ1/7.3			
List			





21	1	Rýhovaný šroub M2 x 5	UNI 6048	
22	2	Pojistný kroužek 12	CSN 02 2930	
20	4	Pojistný kroužek 5	CSN 02 2929	
19	2	Pojistný kroužek 9	CSN 02 2929	
18	2	Ložisko SKF 61800	CSN 024630 SKF	
17	2	Ložisko SKF 61801	CSN 024630 SKF	
16	4	Matice M5	ISO 4032	
15	4	Šrou M5 x 20	CSN 02 1143	
14	2	Vymezení ložisek		
13	2	Vedení		
12	1	Stavěcí šroub		
11	2	Vodící tyče		
10	1	Řemen motoru		
9	1	Servomotor		
8	2	Řemenice 2		
7	1	Řemen		
6	4	Vymezení řemenu		
5	1	Řemenice 1		
4	1	Ozubená hřídel 1		
3	1	Hřídel řemenice		
2	1	Bočnice 2		
1	1	Bočnice 1		
POZICE		KS	ČÍSLO SOUČÁSTI	NORMA
Rozm.-Polot.				PŘESNOST ISO 2768-mK
		c)	Mater.	Tř. odp.
		b)	Č. hm.	kg Hr. hm. kg
		a)	PROMÍTÁNÍ	
Změna		Datum	Index	Podpisy
Měřítko	Pozn.	Navrhl		
1:2		Kreslil	Rozporka	
		Přezkoušel		
Č.seznamu		Technolog	Typ	
Č.sestavy		Normaliz.	Čís.výkresu	
Starý výkr.		Schválil		
Nový výkr.		Datum	7.5.2012	
<div><div><div><div><div></div><div>TU v Liberci</div></div><div><div></div><div>Pohonná část</div></div><div><div></div><div>RZ1/5.2.3</div></div></div><div>List</div></div></div>				